

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 55

SEPTIEMBRE 2005

Nº 3

Contenido

	Páginas
EDITORIAL	209
ARTICULOS GENERALES	
Estudio de factores nutricionales asociados a la prevención de cáncer mamario. Importancia de los modelos animales Pablo García-Solís y Carmen Aceves	211
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Anemia y deficiencia de vitamina A en niños evaluados en un centro de atención nutricional de Caracas Jorge De Abreu, Sonia Borno, María Montilla y Elizabeth Dini.....	226
Comportamiento de los niveles séricos de zinc durante el embarazo Nelina Ruíz F., Lesbia Meertens de R., Evelyn Peña, Armando Sánchez, Liseti Solano	235
Receptor soluble de transferrina como indicador del estado de nutrición de hierro en preescolares venezolanos María Adela Barón, Sara del Real, Liseti Solano R. y Armando Sánchez Jaeger.....	245
Nutrición Clínica	
Changes in body composition in lactating adolescent mothers Horacio F. González, Agustina Malpeli, José L. Mansur, Soledad De Santiago, Graciela S. Etchegoyen	252

Comparación de la estimación de la actividad física en una población de mujeres obesas por acelerometría y con cuestionario CM López-Fontana, MA Martínez-González, A. Sanchez-Villegas y JA Martínez	257
Nutrición en Salud Pública	
Evaluación de manifestaciones tempranas de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles en población escolarizada de Cali - Colombia Beatriz Gracia, Cecilia de Plata, Fabián Méndez, Martha Cruz, Jaime Leiva, Luis Conde, Alvaro Rueda, Mildrey Mosquera, Alberto Pradilla	267
Consumo de Alimentos	
Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana de Valencia, Venezuela Sara Irene del Real, Zuleida Fajardo, Liseti Solano, María Concepción Páez, Armando Sánchez	279
Microbiología de Alimentos	
Effect of gamma irradiation on the microbiological quality of minimally processed vegetables L. López V., S. Avendaño V., J. Romero R., S. Garrido, J. Espinoza and M. Vargas	287
Ciencia de Alimentos	
Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (<i>Zea mays L.</i>) como colorantes en yogur Yolanda Salinas Moreno, David Rubio Hernández y Antonio Díaz Velázquez	293
Barras de cereales elaboradas con proteína de soja e germen de trigo, características físico-químicas e textura durante almacenamiento Daniela D.G. Castro Freitas	299
LatinFoods. Composición de Alimentos	
Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mandarina (<i>Citrus reticulata</i>) y toronja (<i>Citrus paradisi</i>) cultivadas en Venezuela Rincón Alicia M., Vásquez A. Marina y Padilla Fanny C.	305
NOTAS NECROLOGICAS	311
INFORMACION PARA LOS AUTORES	312

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 55

SEPTEMBER 2005

N° 3

Contents

	Pages
EDITORIAL	209
GENERAL ARTICLES	
Study of nutritional factors related to breast cancer prevention. Importance of animal models approaches Pablo García-Solís and Carmen Aceves	211
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Anemia and deficiency of vitamin A in children evaluated in a nutritional attention center from Caracas Jorge De Abreu, Sonia Borno, María Montilla and Elizabeth Diní.....	226
Behavior of serum zinc levels during pregnancy Nelina Ruíz F., Lesbia Meertens de R., Evelyn Peña, Armando Sánchez, Liseti Solano	235
Soluble transferrin receptor like indicator of iron nutritional status in Venezuelan preschoolers María Adela Barón, Sara del Real, Liseti Solano R. and Armando Sánchez Jaeger	245
Clinical Nutrition	
Changes in body composition in lactating adolescent mothers Horacio F. González, Agustina Malpeli, José L. Mansur, Soledad De Santiago, Graciela S. Etchegoyen	252

Comparison between two methods to estimate physical activity in obese women: accelerometry and self-administered questionnaire CM López-Fontana, MA Martínez-González, A. Sanchez-Villegas y JA Martínez	257
Public Health Nutrition	
Evaluation of early manifestations of chronic no transmitted diseases risk in school population in Cali – Colombia Beatriz Gracia, Cecilia de Plata, Fabián Méndez, Martha Cruz, Jaime Leiva, Luis Conde, Alvaro Rueda, Mildrey Mosquera, Alberto Pradilla	267
Food Consumption	
Food consumption patterns of children 4 to 14 years old from Valencia, Venezuela Sara Irene del Real, Zuleida Fajardo, Liseti Solano, María Concepción Páez, Armando Sánchez	279
Food Microbiology	
Effect of gamma irradiation on the microbiological quality of minimally processed vegetables L. López V., S. Avendaño V., J. Romero R., S. Garrido, J. Espinoza and M. Vargas	287
Food Science	
Extraction and use of pigments from maize grains (<i>Zea mays L.</i>) as colorants in yogur Yolanda Salinas Moreno, David Rubio Hernández y Antonio Díaz Velázquez	293
Cereal bars with soy protein and wheat germ, physicochemical characteristics and texture during the storage Daniela D.G. Castro Freitas	299
LatinFoods. Food Composition	
Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (<i>Citrus sinensis</i>), tangerine (<i>Citrus reticulata</i>) and grapefruit (<i>Citrus paradisi</i>) peels cultivated in Venezuela Rincón Alicia M., Vásquez A. Marina and Padilla Fanny C.	305
IN MEMORIAM	311
INFORMATION FOR AUTHORS	312

EDITORIAL

Los Congresos Latinoamericanos de Nutrición de la SLAN

La reunión de creación de la SLAN se llevó a cabo en Diciembre de 1965, en ocasión de la celebración en Chicago del Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. Los aspectos mas importantes considerados en la reunión fueron la aprobación provisional de los estatutos, el aceptar como miembros fundadores a todos los presentes en la reunión, la creación de una revista de la Sociedad y el nombramiento de una Junta Provisional, la cual quedó constituida de la siguiente forma: Presidente: Dr. Conrado Federico Asenjo (Puerto Rico). Vicepresidente: Dr. Pablo Liendo Coll (Venezuela). Secretario: Dr. Guillermo Arroyave (Guatemala). Tesorero: Dr. Carlos Collazos (Perú). Vocales: Dra. Lucila Sogandares (Panamá), Dr. Rafael Ramos Galván (México) y Lic. Marina Flores (Guatemala). El trabajo realizado por la Junta Provisional bajo la conducción del Dr. Asenjo, consolida los acuerdos aprobados en Chicago y establece las bases para el funcionamiento de la Sociedad. Sus actividades culminan en la reunión celebrada en Hamburgo, en Agosto de 1966, con motivo del VII Congreso Internacional de Nutrición, en donde se elige la Primera Junta Directiva de la SLAN, cuyo Presidente fue el Dr. José Eduardo Dutra de Oliveira, de Brasil.

Una de las actividades mas sobresalientes que realiza la SLAN desde su fundación, son las reuniones científicas de las cuales con el nombre de Congresos Latinoamericanos de Nutrición, se han realizado trece hasta la fecha. La secuencia de éstos Congresos, quienes los presidieron y donde y cuando se efectuaron, se describe a continuación:

- Congreso No I. Dr. José E. Dutra de Oliveira. Caracas, Venezuela. 1-4-Septiembre, 1968.
- Congreso No II. Dr. Fernando Monckeberg Barros. Viña del Mar, Chile. 2-6 Diciembre, 1970.
- Congreso No III. Dr. Antonio Bacigalupo. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 11 – 14 Septiembre, 1972.

- Congreso No IV. Dr. Werner G. Jaffé. Caracas, Venezuela. 21 – 27 Noviembre, 1976.
- Congreso No V. Dr. Héctor Bourges Rodriguez. Puebla, México. 4 – 8 Agosto, 1980.
- Congreso No VI. Dr. Juan Claudio Sanahuja. Buenos Aires, Argentina. 16 – 20 Agosto, 1982.
- Congreso No VII. Dr. Alfredo Lam Sánchez. Brasilia, Brasil. 26 – 30 Noviembre, 1984.
- Congreso No VIII. Dr. Sergio Valiente. Viña del Mar, Chile. 8 – 11 Noviembre, 1988.
- Congreso No IX. Dr. Jaime Ariza Macía. San Juan, Puerto Rico. 22 – 26 Septiembre, 1991.
- Congreso No X. Dr. Eleazar Lara Pantin. Caracas, Venezuela. 14 – 18 Noviembre, 1994.
- Congreso No XI. Dr. Hernán Delgado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 9 – 15 Noviembre, 1997.
- Congreso No XII. Dr. Alejandro O'Donnell. Buenos Aires, Argentina. 12 – 16 Noviembre, 2000.
- Congreso No XIII. Dr. Adolfo Chávez Villasana., Acapulco, México. 9 – 13 Noviembre, 2003.
- Congreso No XIV. Dr. Helio Vannuchi. Florianópolis, S.C., Brasil. 12 - 16 Noviembre, 2006.
- Congreso No XV. Dr. Eduardo Atalah Samur. Chile. Noviembre, 2009.

Para finalizar, séame permitido citar el último párrafo del primer Editorial escrito por el Dr. Conrado Federico Asenjo en el primer Número de "Archivos Latinoamericanos de Nutrición" en Septiembre de 1966: "...debemos tener muy presente que su éxito como revista científica de reconocida responsabilidad y prestigio dependerá exclusivamente de los artículos originales de alta calidad y valor que aparezcan en sus páginas. Este es el reto que nosotros, los miembros de la SLAN, tenemos que aceptar si pretendemos que, con el correr del tiempo, nuestra revista llegue a ser algún día una de primer orden en su género, que es, precisamente, lo que nos proponemos."

José Félix Chávez Pérez
Editor General. ALAN

Estudio de factores nutricionales asociados a la prevención de cáncer mamario. Importancia de los modelos animales

Pablo García-Solís y Carmen Aceves

Departamento de Neurobiología Celular y Molecular. Instituto de Neurobiología, Universidad Nacional Autónoma de México, Juriquilla, Querétaro, México

RESUMEN. El cáncer mamario es la neoplasia más común, en la mujer a nivel mundial y debido a que no se conoce su etiología no se ha logrado establecer una estrategia efectiva de prevención. Los principales factores de riesgo asociados al cáncer mamario se clasifican en: hereditarios, endocrino-reproductivos y factores ambientales; entre los que se incluye la dieta. Los modelos animales de inducción química de cáncer mamario con los carcinógenos 7, 12-dimetilbenzo[a]antraceno y N-metil-N-nitrosourea han sido de gran utilidad para el estudio de la biología del cáncer mamario así como de su tratamiento y prevención. En esta revisión presentamos la utilidad y ventajas de dichos modelos animales en el estudio de factores nutricionales asociados al cáncer mamario para la generación de estrategias de prevención. Se revisa brevemente diferentes estrategias y abordajes experimentales así como efectos fisiológicos y mecanismo de acción de algunos de los factores nutricionales estudiados con estos modelos de carcinogénesis mamaria. Los factores nutricionales que abordamos son: a) la restricción dietaria de energía y el exceso de grasa, b) la soya y los fitoestrógenos, c) los retinoides y carotenoides, d) el ácido linoleico conjugado, y e) las algas marinas y el yodo.

Palabras clave: Cáncer mamario, 7, 12-Dimetilbenzo[a]antraceno, N-metil-N-nitrosourea, nutrición, modelos animales.

SUMMARY. Study of nutritional factors related to breast cancer prevention. Importance of animal models approaches. Breast cancer is the most common worldwide neoplasia in women. The totality of etiology factors of breast cancer is unknown and thus an effective preventive strategy has not been developed. Risk factors associated to breast cancer can be grouped into three broad categories: a) family history (hereditary) factors, b) endocrine and reproductive factors and c) environmental and life-style factors including diet. Animal models of chemical induced mammary carcinogenesis with 7, 12-dimethylbenz[a]anthracene and N-methyl-N-nitrosourea have been useful in the study of biology, treatment and prevention of breast cancer. In this review we show the usefulness and advantages of animal models in the study of nutritional factors associated with breast cancer in order to propose new prevention strategies. We review briefly different experimental approaches as well as some physiologic effects and mechanisms of some nutritional factors studied with animal models of mammary carcinogenesis. Nutritional factors reviewed were: a) energy restriction and high-fat intake, b) soy and phytoestrogens, c) retinoids and carotenoids, d) conjugated linoleic acid, and e) brown seaweed and iodine.

Key words: Animal models, mammary cancer, 7, 12-Dimethylbenzanthracene, N-methyl-N-nitrosourea, nutrition.

INTRODUCCION

El cáncer mamario es la principal neoplasia que se presenta en la mujer tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo (1). En la actualidad a pesar de los esfuerzos encaminados para conocer la etiología del cáncer mamario aún no se conoce la totalidad de los factores de riesgo y por lo tanto no se ha logrado establecer una estrategia sólida de prevención (1,2). Los factores de riesgo asociados al cáncer mamario se han agrupado en tres grandes determinantes que son: a) la historia familiar (herencia), b) factores endocrinos y reproductivos y c) factores ambientales donde se incluye el estilo de vida y la dieta (1-3). Los factores hereditarios solo explican del 5 al 10% de la incidencia mundial del cáncer mamario y se han identificado genes involucrados en la susceptibilidad a padecer esta enfermedad, como son el *BCRA1*, el *BCRA2*, *p53* y *PTEN* (3). Entre los factores de

riesgo de tipo endocrino y reproductivo se encuentran la menarca temprana, la menopausia tardía, la nuliparidad, el uso de terapia estrogénica de reemplazo y el uso de anticonceptivos hormonales. En contraste, la menarca tardía, la menopausia temprana y el embarazo antes de los 20 años están asociados a un menor riesgo padecer esta enfermedad (1,4). En relación a los factores ambientales, el más importante que ha sido señalado en la etiología del cáncer mamario es la dieta (5). Estudios epidemiológicos en migrantes mostraron la primera evidencia sólida de que los factores ambientales son los principales responsables de la diferencia de incidencia de cáncer mamario presente en las diversas poblaciones del mundo (1). Se ha observado en poblaciones de mujeres asiáticas, que comúnmente presentan una baja incidencia de cáncer mamario en sus países de origen, cuando inmigran a Estados Unidos, incrementan el riesgo y la incidencia de esta enfermedad en las generaciones sucesivas (6). Adicionalmente

también se ha observado un incremento en el riesgo y la incidencia de cáncer mamario en los países en vías de desarrollo asociados a cambios en el estilo de vida que tienden a semejar el perfil de riesgo que se presenta en los países desarrollados (1). En base a los diversos estudios epidemiológicos se han señalado varios factores nutricionales asociados al cáncer mamario, algunos de ellos como componentes de los alimentos y otros que corresponden a la dieta en su conjunto (5). Algunos de los factores nutricionales señalados que aumentan el riesgo de cáncer mamario son: 1) la obesidad, 2) el alto consumo de grasa total y grasa saturada, 3) el consumo de carne al carbón quemada o muy cocida, y 4) la ingesta de alcohol (5,7). En contraste, los factores que reducen el riesgo son: 1) el consumo de frutas y verduras, 2) el consumo de carotenoides, 3) el consumo de soya y algas marinas, 4) el consumo de fibra y 5) el aumento de la actividad física (5, 7-9). El objetivo de la presente revisión es presentar un panorama general de la utilidad de los modelos animales en el estudio de los factores nutricionales asociados al cáncer mamario para generar estrategias de prevención de esta enfermedad. Se hace énfasis en las diferentes estrategias y abordajes experimentales así como en la descripción de los efectos fisiológicos y mecanismos de acción de los factores nutricionales con la idea de resaltar la utilidad y potencial del modelo animal. Los factores nutricionales que abordamos en esta revisión son: a) la restricción dietaria de energía y el consumo de grasa, b) la soya y los fitoestrógenos, c) los retinoides y carotenoides, d) el ácido linoleico conjugado; y e) las algas marinas y el yodo. Existen otros muchos factores nutricionales asociados al cáncer mamario que no se tratan en esta revisión pero que podemos mencionar como son: los monoterpénos, la vitamina E, el 3-indol-carbinol, el selenio, ácidos grasos n-3, proteínas de la fracción ácida de la leche y el aislado de proteína de soya (10-16).

Modelos animales utilizados en el estudio del cáncer mamario

El cáncer mamario humano se caracteriza por una heterogeneidad morfológica, genética y molecular. De hecho las lesiones premalignas e invasivas que pueden ocurrir en la glándula mamaria humana presentan diferentes características bioquímicas y moleculares, por lo que se considera al cáncer mamario como un conjunto de enfermedades (17). Por esto, no se puede considerar que un solo modelo animal pueda abarcar todo el espectro de características presentes en los tipos de cáncer mamario humano. Afortunadamente existen modelos animales de inducción de cáncer mamario que reúnen ciertas características que los hacen de gran utilidad en el estudio de diversos aspectos de esta enfermedad como son: a) desarrollo en corto tiempo de los tumores, b) los tumores se desarrollan principalmente en la glándula mamaria, c) el carcinógeno causa un pobre o nulo efecto tóxico sistémico; y d) los tumores

mamarios tienen un origen histológico y de características patológicas similares a las que se presentan en la mayoría de los casos de cáncer mamario humano (17). Las especies utilizadas en los modelos animales de cáncer mamario son el ratón y la rata. En esta revisión nos ocuparemos principalmente de los modelos de inducción química de cáncer mamario en rata donde se utilizan los carcinógenos *N*-metil-*N*-nitrosourea (MNU) o el 7, 12-Dimetilbenzo[*a*]antraceno (DMBA).

Tanto el MNU como el DMBA han sido ampliamente utilizados para el estudio de factores tanto preventivos como terapéuticos, los resultados son altamente reproducibles y reúnen las características anteriormente señaladas para un buen modelo animal de cáncer mamario (17,18). En estos modelos de inducción química de cáncer mamario en ratas, se utilizan hembras preferentemente de 50 días de edad y de la cepa Sprague Dawley. En el modelo del MNU se utiliza una sola dosis intraperitoneal de 50 mg de MNU por kg de peso corporal y en el caso del DMBA se aplica una sola dosis intragástrica con 20 mg por rata (18). Existen diferencias importantes entre el MNU y DMBA que vale la pena destacar. Por un lado el MNU es un agente alquilante que actúa directamente en el DNA generando mutaciones. Por su parte el DMBA requiere ser activado por las enzimas de detoxificación de fase I y fase II para adquirir su capacidad genotóxica. El modelo de DMBA es muy útil para identificar agentes que inhiban la activación de los carcinógenos, como sería la inhibición de la citocromo p-450. Otra diferencia importante es que mientras que los tumores generados por el MNU son principalmente adenocarcinomas con limitado potencial metastático, los tumores inducidos por DMBA son de dos tipos, el 60% de tipo adenocarcinoma y el 40% de tipo fibroma que son encapsulados y no invasivos (19,20).

Con estos modelos animales se pueden desarrollar protocolos tanto de tipo terapéutico como preventivo. Los protocolos de tipo terapéutico se caracterizan por aplicar los carcinógenos y esperar a que los tumores se desarrollen y alcancen un tamaño determinado. Posteriormente, la eficacia del agente terapéutico se evalúa observando su impacto sobre el crecimiento y/o tamaño final de los tumores. Por otra parte, en un experimento típico de prevención, se contrastan los efectos sobre la respuesta al carcinógeno de un potencial agente preventivo con un grupo control que recibe un tratamiento placebo. La respuesta al carcinógeno se evalúa midiendo cuantos animales desarrollaron tumores (incidencia), el número de tumores por rata, la latencia de aparición del primer tumor, el crecimiento de los tumores y el tamaño final de los mismos. Este tipo de experimentos arrojan los resultados en un periodo de 4 meses después de aplicado el carcinógeno y son especialmente útiles para evaluar el efecto de factores nutricionales involucrados en el desarrollo de cáncer mamario (19,20).

Sporn et al. (21) a través de una serie de estudios con

retinoides acuñó el término de la quimioprevención del cáncer. Este término se define como la prevención de cáncer en la población humana por la ingestión de agentes químicos que previenen la carcinogénesis (22). Estos agentes pueden prevenir la iniciación de la transformación o retrasar la promoción y el progreso de las células premalignas. Para que el agente preventivo realice su papel debe aumentar los procesos fisiológicos que protegen al organismo contra el crecimiento de las células anormales con potencial para desarrollar un cáncer invasivo. Los esfuerzos encaminados hacia una prevención del cáncer mamario han visto recompensas parciales como el uso clínico de prevención con el antiestrógeno; tamoxifeno. El uso de este compuesto reduce la incidencia de cáncer mamario en mujeres de alto riesgo pero lamentablemente aumenta la incidencia de cáncer de endometrio (23). Actualmente se está probando otro antiestrógeno denominado raloxifeno, así como muchos otros fármacos que buscan mayor efectividad y menos efectos colaterales (24). Una estrategia alternativa de prevención de cáncer mamario, generada a partir de los estudios de los factores nutricionales, que puede ser muy útil es el uso de los llamados "alimentos funcionales". Los alimentos funcionales se pueden definir como alimentos semejantes en apariencia al alimento convencional, que se consume como parte de una alimentación normal y que es capaz de producir efectos metabólicos o fisiológicos comprobados, que proporcionan una buena salud y/o la reducción de riesgos de enfermedades crónico-degenerativas, además de sus funciones nutricionales básicas (25). Uno de ejemplo de este tipo de alimentos es la leche adicionada con probióticos (lactobacilos y bifidobacterias) que ayudan a mantener el balance de la flora intestinal (25). El uso de esta estrategia tiene el potencial de proveer de manera relativamente económica un agente preventivo no tóxico que se mantenga en el suero y tejidos en cantidades efectivas para reducir la incidencia de cáncer mamario y de otros tipos.

Restricción dietaria de energía y exceso de grasa

La restricción dietaria de energía (RDE) y el alto consumo de grasa son dos de los factores nutricionales asociados al cáncer mamario más estudiados con los modelos animales. Mientras que la RDE es un potente inhibidor de la carcinogénesis, el alto consumo de grasa (20-25% del peso total del alimento) hace lo opuesto (26-28). Los primeros estudios que abordaron estos temas no diferenciaban plenamente el efecto del consumo total de energía y el consumo de la energía proveniente de la grasa (28-30). Fay y Freedman (26) con el uso de la técnica de meta-análisis mostraron que el alto consumo de grasa aumenta la incidencia de cáncer mamario independientemente del aumento en el consumo total de energía pero también el exceso del consumo total de energía per se aumenta la incidencia tumoral. Otro

aspecto importante a considerar es que este efecto promotor de la grasa no se aplica a todas las familias de ácidos grasos. Los ácidos grasos poliinsaturados n-6 y los saturados se asocian fuertemente a una mayor carcinogénesis mamaria mientras que los monosaturados no tienen efecto y los poliinsaturados n-3 la disminuyen (26,28). Los mecanismos por los cuales el exceso de grasa en la dieta aumenta la carcinogénesis mamaria no se conocen a pesar de que se han investigado varios aspectos cuyos resultados más relevantes son los siguientes: a) Los niveles circulantes de estrógenos y progesterona no se modifican; b) No hay alteraciones en los ciclos estrales; c) las ratas ovariectomizadas presentan la misma respuesta que las ratas control; d) El contenido de prolactina en suero e hipófisis no sufre cambios; y e) La proliferación celular en el epitelio mamario no se altera (28).

En general se acepta que las dietas altas en grasa aumentan la carcinogénesis mamaria en los modelos animales sin embargo los resultados arrojados por estudios epidemiológicos no permiten concluir que esto mismo ocurra en el humano (26,28,29).

Carroll y Kohr (31) mostraron una correlación directa entre en la disponibilidad nacional per cápita de fuentes dietarias de grasa y los índices de mortalidad e incidencia de cáncer mamario. Este tipo de estudios ecológicos no permiten hacer inferencias causales porque hay muchos otros factores diferentes entre las poblaciones que podrían contribuir al riesgo de cáncer y el consumo de grasa. Por su parte los estudios de casos y controles realizados han arrojado resultados contradictorios debido en parte al tamaño de la muestra y al método de recolección de la información dietaria (32). Los estudios de cohorte han concluido que el alto consumo de grasa no contribuye de manera significativa en el riesgo de cáncer mamario (32). Este tipo de discrepancias tan contrastantes entre los hallazgos obtenidos experimentalmente y los estudios epidemiológicos deben propiciar un mayor acercamiento entre los estudiosos de este tema para desarrollar nuevas hipótesis y proponer soluciones utilizando tanto los modelos animales como las técnicas epidemiológicas (29).

Por otra parte, la RDE se considera uno de los más potentes factores fisiológicos conocidos para la prevención de cáncer mamario inducido experimentalmente. Sin embargo, los mecanismos por los que la RDE ejerce sus efectos apenas se empiezan a dilucidar (27). La RDE en los modelos animales de cáncer mamario por lo general indica una reducción del consumo de energía de la dieta suponiendo que el gasto energético permanece constante. En algunas ocasiones el término de RDE es referido como restricción de calorías, restricción energética, restricción de alimento o restricción dietaria. La restricción de alimento y la restricción dietaria no forzosamente son sinónimos de la RDE, ya que aquellos suponen una reducción del consumo de energía a través de limitar el consumo total de alimento afectando el consumo de

otros nutrimentos no energéticos. En cambio la RDE supone solo la reducción en el consumo total de energía sin afectar el consumo de los demás nutrimentos (27). Los protocolos de RDE están diseñados por lo general en una reducción del contenido de hidratos de carbono en el alimento con horarios controlados de alimentación y los animales están separados en jaulas individuales. La cantidad total de alimento ofrecida a los animales con RDE se calcula cada dos días basados en la cantidad consumida de alimento los dos días previos por grupo alimentado ad libitum (33). Cabe señalar además que la RDE no implica forzosamente una reducción en la ganancia de peso de hecho se considera que los animales del laboratorio alimentados ad libitum están sobrealimentados.

La RDE reduce la carcinogénesis mamaria tanto en la fase de iniciación como en la de promoción tendiendo un mayor impacto cuando se aplica continuamente, es decir antes y después de aplicar el carcinógeno (27, 30). El hecho de que la RDE actúa a nivel de la iniciación sugiere que hay efectos a nivel de reparación del DNA o cambios en el metabolismo del carcinógeno (27). En cuanto a la promoción tumoral se ha mostrado que la RDE reduce la proliferación de las células epiteliales premalignas y malignas además de que aumenta la apoptosis (33). Se ha reportado una reducción en la expresión de las proteínas anti apoptóticas Bcl-2 y Bcl-XL y un aumento de las pro-apoptóticas Bax y Apaf-1 (27). El Efecto antitumoral de la RDE parece estar mediado al menos en parte por cambios en el sistema endocrino, donde hay un aumento en los corticosteroides y una disminución en los niveles circulantes de insulina y del factor de crecimiento similar a la insulina del tipo 1 (IGF-1) (27, 30). El estudio del efecto antitumoral de la RDE puede generar nuevas estrategias de prevención basadas en los efectos fisiológicos que produce.

Soya y fitoestrógenos

Se ha sugerido que el consumo de soya es uno de los principales factores que contribuyen en la baja incidencia de cáncer mamario observada en los países asiáticos (34). Las poblaciones asiáticas consumen diariamente entre 10-50g de soya, mientras que en Estados Unidos el consumo es solo de 1 a 3 g (8). La soya es una leguminosa con un alto contenido de fitoestrógenos los cuales han recibido mucha atención como posibles protectores de cáncer mamario. Los fitoestrógenos son en su mayoría compuestos difenólicos con estructuras similares a los estrógenos y antiestrógenos naturales y sintéticos (Figura 1) (35,36). Se ha hecho una lista de al menos 300 plantas con componentes activos capaces inducir el estro en animales de laboratorio (36). Estos compuestos se clasifican en dos clases principales: los isoflavonoides y los lignanos (35). Los isoflavonoides se dividen en isoflavonas y coumestranos, los cuales tienen actividad estrogénica intrínseca. Contrariamente, los lignanos adquieren su actividad estrogénica al metabolizarlos en el tracto gastrointestinal por

acción de la microflora. De este modo los principales lignanos dietarios; el secoisolariciresinol y el matairesinol, son los precursores de los lignanos activos el enterodiol y la enterolactona (36). Las principales fuentes dietarias de isoflavonas son la soya y sus derivados; de los coumestranos, la alfalfa y de lignanos son las semillas oleaginosas como la linaza. La soya y sus derivados son la principal fuente de las isoflavonas genisteína y daidzeína, las cuales presentan la mayor actividad estrogénica de todos los fitoestrógenos. La genisteína y la daidzeína son capaces de unirse a los dos tipos de receptores a estrógenos (ER), el α y el β . La genisteína tiene una afinidad relativa de unión del 5% al ER α y de un 36% para el ER β con respecto al 17 β -estradiol (35). Con el uso de sistemas in vitro se ha descrito que los fitoestrógenos tienen actividad antiestrogénica cuando se dan en altas concentraciones (35,36). Además de su actividad estrogénica y antiestrogénica se ha reportado que los fitoestrógenos tienen otros efectos biológicos. La genisteína inhibe a la enzima topoisomerasa II, una enzima nuclear indispensable implicada en la replicación del DNA. También se ha descrito que la genisteína inhibe la actividad de las proteínas tirosinasa (PTKs) en líneas celulares cancerosas. Las PTKs catalizan la fosforilación de sus propios residuos de tirosina y de algunas otras proteínas implicadas en la trasducción de señales mitogénicas (35,36). Por otra parte se ha reportado que las isoflavonas de la soya tienen actividad antioxidante (37). La genisteína y la daidzeína inhiben la producción de H₂O₂ en la células humanas de promieloblasto HL-60 activadas con 12-O-tetradecanilforbol-13-acetato, siendo la genisteína la más potente, (IC₅₀ = 25 μ M versus IC₅₀ = 150 μ M.). Así mismo, la genisteína y la daidzeína inhiben la producción del anión súperoxido a través de la inhibición de la actividad de la xantina/xantina oxidasa. La genisteína también aumenta la actividad de las enzimas catalasa, súperoxido dismutasa, glutatión peroxidasa y glutatión reductasa de un 10% a un 30% en la piel y en el intestino delgado (37).

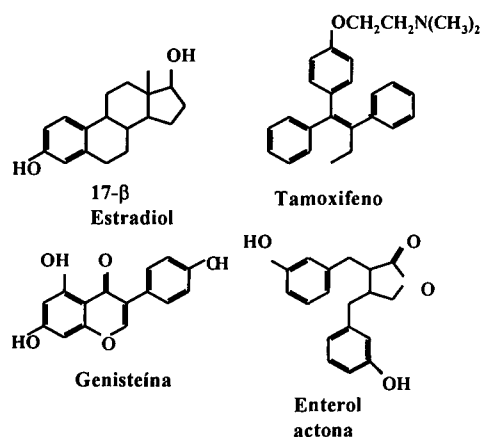
Por otra parte, estudios epidemiológicos han mostrado que el factor reproductivo con mayor efecto anticancerígeno es el embarazo antes de los 20 años. Este efecto es universal y reduce hasta en un 50% el riesgo de padecer cáncer mamario (4,38). Estudios en modelos animales utilizando MNU y DMBA han confirmado este efecto protector del embarazo (38,39). Utilizando estos mismos modelos animales se ha mostrado que mimetizando las concentraciones circulantes de estrógenos y progestagenos presentes durante la gestación producen el efecto protector del embarazo contra el cáncer mamario en animales vírgenes (40-42). Se han propuesto dos hipótesis que explican por que el embarazo protege contra el cáncer mamario. La primera sugiere que durante el embarazo ocurre una diferenciación del tejido epitelial mamario aumentando las estructuras lobulares que a la postre formaran el

tejido secretor de la leche, reduciendo el número de células indiferenciadas de los pies terminales susceptibles a los carcinógenos (38). La otra hipótesis plantea que las concentraciones elevadas y constantes de estrógenos y progesterona presentes durante el embarazo provocan cambios permanentes tanto en la sensibilidad como en la secreción hipofisiaria de hormonas mamotrópicas como la hormona de crecimiento y la prolactina. Estos cambios modifican el ambiente endocrino de las células mamarias confiriéndoles una menor susceptibilidad a los procesos cancerosos (43, 44). De hecho, se ha mostrado que la glándula mamaria después de la gestación y lactancia presenta un patrón de expresión génica diferente al de ratas vírgenes de la misma edad (45). De este modo se ha postulado que el consumo crónico de fitoestrógenos pudiera ofrecer el mismo efecto protector contra el cáncer que tiene el embarazo (34). Estudios experimentales avalan esta proposición, Lamartiniere et al. (46) mostraron que la administración continua de dosis farmacológicas de genisteína subcutánea (5 mg) en ratas hembras neonatas tenía un efecto protector contra la inducción química de cáncer por DMBA. La genisteína aumentó la latencia de aparición de tumores y además redujo tanto la incidencia como el número de tumores por rata. El análisis histológico de la glándula mamaria mostró una reducción significativa en el número de pies terminales y un aumento en el número de estructuras alveolares similar a lo observado en el embarazo. Aunado a lo anterior, los animales tratados con genisteína presentaron alteraciones en el desarrollo del aparato reproductor como fueron una apertura temprana de la vagina, menor tamaño de ovarios y útero así como alteraciones en el ciclo estral. Tratamientos con mayor cantidad de genisteína subcutánea (500 mg/kg peso corporal) aplicada los días 16, 18 y 20 del posparto mantuvieron la efectividad contra la inducción de cáncer y no provocaron los efectos deletéreos sobre el aparato reproductor (47, 48). Posteriormente, Fritz et al. (49) administraron en la dieta de ratas hembras 0, 0.0025% ó 0.025% de genisteína 2 semanas antes de ser apareadas y hasta 21 días después del parto de tal forma que las crías estuvieran expuestas a la genisteína durante la gestación y lactancia. A los 50 días de edad a las crías hembra se les administró el DMBA. Los resultados mostraron un efecto dosis dependiente de la genisteína sobre la carcinogénesis mamaria de tal forma que la dosis de 0.025% redujo un 50% el número de tumores por rata con respecto al control mientras que la dosis de 0.0025% la redujo en un 20%. Posteriormente se probó si solo la administración prenatal de la genisteína (0.025%) era suficiente para proteger contra la inducción de cáncer mamario por DMBA pero no tuvo ningún efecto (50). Sin embargo la suplementación dietaria de genisteína a las madres durante la etapa perinatal (gestación y lactancia) mantiene el efecto antitumoral sin provocar alteraciones en el ciclo estral y en el desarrollo del aparato reproductor de las crías tanto en hembras como en machos

(edad de apertura vaginal, edad de descenso testicular, distancia ano-genital, peso de ovarios y útero e histología ovárica) (49,50).

FIGURA 1

Comparación de las estructuras del 17- β -estradiol (estrógeno), el tamoxifeno (antiestrógeno) y los fitoestrógenos genisteína (isoflavona) y enterolactona (lignano)



Por otra parte, también se ha estudiado el segundo fitoestrógeno más abundante de la soya, la daidzeína, la cuál administrada en la dieta de la madre (0.025%) durante la lactancia no tiene ningún efecto sobre la inducción de cáncer mamario con DMBA en las crías hembras y tampoco afecta el desarrollo del aparato reproductor de las crías independientemente de su sexo (51).

Otra fuente de fitoestrógenos que se ha probado en los modelos animales de inducción química de cáncer mamario, es la linaza. Dietas con un 10% de linaza o de la cantidad equivalente de su fitoestrógeno principal el coumestano secoisolariciresinol diglucósido, inhiben la incidencia tumoral hasta en un 31.3% y 42% respectivamente y el número de tumores se inhibe en alrededor de un 45% por ambos tratamientos. La linaza y el secoisolariciresinol diglucósido en la dieta no provocan daños en el desarrollo de los órganos sexuales de las crías cuando se administran durante la lactancia pero si lo hacen cuando se administran en la etapa prenatal (52, 53).

En términos generales este conjunto de estudios demuestra que la magnitud de los efectos de los fitoestrógenos sobre el desarrollo de la cáncer mamario y de otras estructuras como son el aparato reproductor dependen del compuesto utilizado, de la etapa del desarrollo en la cual se aplica y la vía de administración utilizada.

Los mecanismos por los cuales actúan los fitoestrógenos parecen ser mediados en su mayor parte por su efecto

estrogénico (50,54,55). Cuando se aplican en la etapa perinatal inducen una diferenciación más temprana del epitelio mamario. Aumentan precozmente (21 día postnatal) la proliferación de las células epiteliales de los pies terminales, y posteriormente (50 día postnatal) inducen la diferenciación de los complejos lóbulo alveolares (50,54,55). Estos cambios morfológicos correlacionan además con cambios funcionales. Se ha observado un aumento en la expresión de la β -caseína, principal proteína de la leche, e incrementos en la expresión del receptor del factor de crecimiento epidermal (EGF) (50,54,55). El EGF y su receptor son dos factores que juegan papeles muy importantes en la fisiopatología del cáncer mamario. El EGF estimula el crecimiento de las células tumorales y su receptor ya sea por mutaciones o por sobreexpresión puede aumentar la transducción de señales mitogénicas aún en ausencia de su ligando (56).

Una preocupación constante acerca del efecto estrogénico de los fitoestrógenos es si este tipo de compuestos es capaz de estimular el crecimiento de los tumores mamarios dependientes de estrógenos en las mujeres. Estudios utilizando modelos de transplante de líneas celulares de cáncer de mama dependiente de estrógenos (MCF-7) en ratones inmunosuprimidos y ovariectomizados mostraron que dietas enriquecidas con genisteína, y aislados de proteínas de soya con genisteína estimulaban el crecimiento tumoral (57). Sin embargo utilizando este mismo modelo animal pero con animales sin ovariectomizar se mostró que la genisteína inhibía el crecimiento de los tumores (57,58). Más aún se ha mostrado, utilizando el modelo de DMBA en ratas, que los animales alimentados con genisteína (0.025%) durante su etapa prenatal así como después de que se les aplicó el cancerígeno desarrollan un menor número de tumores con respecto a los que solo recibieron la genisteína en su etapa prenatal (50). Adicionalmente, estudios *in vitro* han mostrado que en las células mamaria MCF-7 la genisteína estimula la proliferación celular y la expresión del gen responsivo a estrógenos *pS2* cuando se utiliza medio de cultivo libre de estrógenos (57). Sin embargo cuando se utilizan medios de cultivo con estrógenos la genisteína tiene un efecto opuesto (57,58). Más aún se establecido que los fitoestrógenos ejercen un efecto bifásico sobre el crecimiento celular de las células tumorales, estimulando el crecimiento cuando se utilizan concentraciones menores de 5 μ M e inhiben el crecimiento a concentraciones elevadas (8, 58). Una explicación a estos resultados aparentemente contradictorios podría darse a partir de un estudio más detallado de las interacciones entre los dos tipos de receptores a estrógenos, el ER α y el ER β . Mientras que El 17 β - estradiol se une con afinidad similar a sus dos receptores, los isoflavonas de la soya se unen con mayor afinidad al receptor ER β (8). Los estudios de unión muestran que la genisteína, la daizeína y la biocanina A tienen entre 8 a 16 veces más afinidad por el ER β que por el ER α (8). Estudios *in vitro* utilizando células cancerosas no

responsivas a estrógenos transfectadas con el ER α ? mostraron que la genisteína estimulaba pobremente la transcripción de los genes reporteros. En contraste cuando las células expresaban exclusivamente el ER β la genisteína promovía una mayor transcripción y reclutamiento de proteínas coactivadoras como el factor de iniciación de la traducción del tipo 2 y el coactivador de receptores a esteroides del tipo 1 (SRC-1) (8). Adicionalmente se encontró una mayor actividad transcripcional cuando se cotransfectaron ambos tipos de receptores a estrógenos lo que sugiere que la presencia del ER α puede aumentar la transducción de la señal del ER β a través de la formación de heterodímeros ER α/β (8). Estas observaciones implican que los efectos de las isoflavonas de la soya dependen del coeficiente de expresión ER $\alpha/ER\beta$. Más aún, dichos efectos también dependerán de las proteínas coactivadoras y corepresoras presentes en cada tejido (8). En base a lo anterior se ha postulado que los modelos para el estudio de los fitoestrógenos que pueden aportar información clínicamente relevante son aquellos en los cuales los animales tengan la presencia de los estrógenos (57).

En resumen, los estudios en animales junto con los estudios epidemiológicos muestran que hay una asociación entre el consumo de soya y sus fitoestrógenos la reducción del riesgo de cáncer mamario aunque persiste la preocupación de que puedan tener efectos de estimulación sobre la proliferación celular de los tumores dependientes de estrógenos.

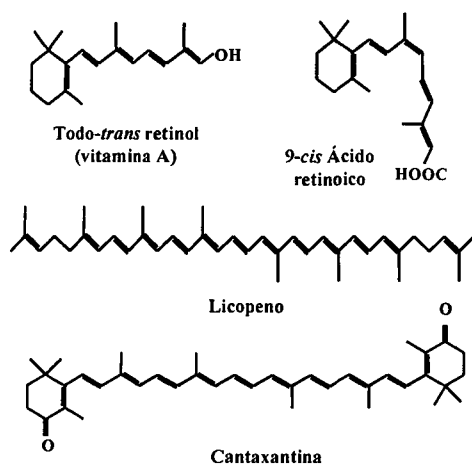
Retinoides y carotenoides

Los retinoides están formados por un anillo β -ionona (ciclohexinilo) conjugado a una cadena de unidades isopreno que tiene un grupo funcional de naturaleza variable (alcohol, aldehído, ácido orgánico) en el carbono 15 de la cadena (Figura 2). Los retinoides fisiológicamente más relevantes en los mamíferos son el retinol (vitamina A), el retinal y el ácido retinoico (AR) (59). El AR es un derivado del retinol con alta actividad biológica el cual participa en múltiples procesos celulares como son el desarrollo, crecimiento y la diferenciación celular (60). El AR ejerce la mayoría de sus efectos fisiológicos a través de sus receptores, los cuales pertenecen a la superfamilia de los receptores nucleares (61). Esta superfamilia de receptores nucleares esta formada por factores de transcripción dependientes de ligando y a la cual también pertenecen los receptores a vitamina D, hormonas tiroideas, hormonas esteroides y receptores activadores de la proliferación de los peroxisomas (PPAR) (61). En lo que respecta a los receptores a AR se han descrito dos subfamilias que son los RAR y los RXR (62). Cada una de estas subfamilias consiste de tres subtipos (α , β y γ). La subfamilia RAR se activa por los isómeros del AR, todo-*trans*, 9-*cis* y 13-*cis*, mientras que la familia RXR se activa exclusivamente por el 9-*cis* (62). Dado que los retinoides participan en el mantenimiento y regulación de la diferenciación celular, y

que el cáncer es un proceso en el que ocurre la pérdida de la diferenciación, los retinoides han sido considerados como potenciales agentes preventivos del cáncer (63).

FIGURA 2

Estructura de los retinoides todo-*trans* retinol y 9-*cis* ácido retinoico y los carotenoides, licopeno y cantaxantina)



El efecto antitumoral del AR en sus diferentes isómeros así como una gran diversidad de retinoides sintéticos ha sido objeto de diversos estudios tanto *in vivo* como *in vitro* en diferentes tipos de neoplasias (64). El AR inhibe la señalización del factor de transcripción AP-1, el cual está compuesto de heterodímeros de las proto-oncoproteínas Jun y Fos o de homodímeros de Jun (65). Estos complejos son activados en las células mamarias por factores que estimulan el crecimiento celular como son los estrógenos, el EGF, el factor de crecimiento transformante α (TGF α) y los factores de crecimiento similares a la insulina (IGFs), transduciendo señales mitogénicas en éstas células. El AR también induce la expresión de inhibidores del crecimiento como el TGF β y la proteína que une al factor de crecimiento similar a la insulina del tipo 3 (IGFBP-3) y el propio receptor β del AR (RAR β) (60). Por otra parte se ha demostrado en estudios *in vitro* que el todo-*trans* AR induce apoptosis mediada al menos en parte por regular a la baja a la proteína anti-apoptótica Bcl2. El todo-*trans* AR induce la expresión de las citoqueratinas 8 y 18, marcadores de la diferenciación epitelial ductal, en las células de cáncer mamario humano T47D (60).

La mayoría de los estudios anteriores se han realizado *in vitro*, ya que la administración elevada y crónica del AR *in vivo* se acompaña de una elevada toxicidad. En su lugar han sido estudiados retinoides sintéticos menos tóxicos, destacándose la todo-*trans* N-(4-hidroxifenil) retinamida (4HPR; fenretinida) la cual es altamente efectiva para prevenir la carcinogénesis mamaria inducida tanto con MNU como con

DMBA (63,66). La 4HPR se acumula principalmente en la glándula mamaria y sus mecanismos de acción no han sido dilucidados totalmente. Estudios *in vitro* muestran que la 4HPR tiene poca afinidad por la subfamilia RAR y activa mínimamente los elementos de respuesta a RAR y RXR (63, 66). Lo anterior pone de manifiesto que parte de los mecanismos de acción de la 4HPR son diferentes de los retinoides naturales. La 4HPR es uno de los compuestos que al igual que el tamoxifeno ya se usan en la práctica clínica con relativo éxito y que previamente fueron probados con los modelos animales (19). En la actualidad existen más de 1000 retinoides sintéticos que están a la espera de la evaluación de su potencial papel preventivo en el cáncer mamario. En lo que respecta a los retinoides naturales, se ha documentado que mientras el todo-*trans* AR no tiene ningún efecto sobre la carcinogénesis mamaria inducida con MNU el 9-*cis* AR reduce de manera significativa la incidencia, el número de tumores por ratas y el tamaño del tumor (67). Paradójicamente se ha descrito en estudios *in vitro* que ambos isómeros tienen los mismos efectos biológicos, incluso en algunos casos suele ser más potente el todo-*trans* AR, indicando posibles e importantes diferencias farmacocinéticas entre ambos compuestos (67, 68). Anzano et al. (67) también mostraron que tanto el 9-*cis* AR como el todo-*trans* AR tienen un efecto sinérgico con el tamoxifeno reduciendo el tamaño y número de tumores por rata.

Los carotenoides, compuestos de naturaleza isoprenoide, también han sido estudiados como potenciales agentes preventivos de cáncer mamario. El β -caroteno, carotenoide con actividad de pro-vitamina A, no tiene ningún efecto sobre la carcinogénesis mamaria en modelos animales (63). Por su parte los carotenoides sin actividad de pro-vitamina A, la cantaxantina y el licopeno (Figura 2) si tienen algunos efectos sobre la carcinogénesis mamaria (63, 69). La cantaxantina administrada en la dieta (0.34% y 0.11%) 3 semanas antes de aplicar el DMBA redujo en un 65% el número de tumores mamarios mientras que cuando se administró después de aplicar MNU no tuvo ningún efecto sobre la carcinogénesis (70). Esto sugiere fuertemente que la cantaxantina actúa a nivel de la iniciación de la carcinogénesis y que lo hace inhibiendo la activación del carcinógeno. En lo que respecta al licopeno se mostró que la aplicación intraperitoneal (10 mg/kg de peso) dos veces a la semana 2 semanas antes de aplicar el DMBA redujo el número de tumores por rata, pero no tuvo ningún efecto sobre la incidencia, latencia o volumen de los tumores. Contrariamente, utilizando el modelo de MNU no se encontró ningún efecto sobre la carcinogénesis cuando el licopeno se administró en la dieta en forma pura o de oleoresina (71). Resulta importante detectar que las diferentes formas y vías de administración de los compuestos con potencial preventivo así como el tipo de carcinógeno utilizado permiten explicar los aparentes resultados contradictorios. También se debe

remarcar que el estudio de los carotenoides como factores preventivos de cáncer mamario ha sido muy escaso y todavía no se puede concluir sobre su valor en esta materia.

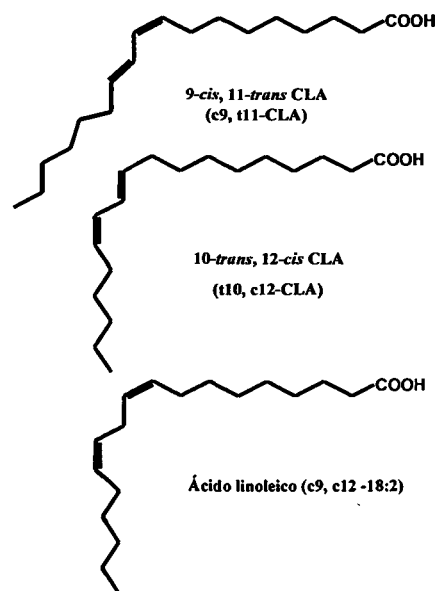
Acido graso linoleico conjugado

El término ácido linoleico conjugado (CLA) agrupa a una serie de ácidos grasos polinsaturados que son isómeros de posición y configuración geométrica del ácido linoleico (Todos *cis* 9-12 octadecadienoico; c9, c12-18:2) con dobles enlaces conjugados (Figura 3) (72). Los dobles enlaces del CLA se pueden localizar en las siguientes las posiciones 7, 9; 8, 10; 9, 11; 10, 12 ó 11, 13 y además puede haber combinaciones de las configuraciones geométricas, *cis* y *trans*. El isomero del CLA más abundante es el c9t11-CLA también llamado ácido ruménico. El CLA se encuentra en los derivados cárnicos de res y cordero así como en los productos lácteos derivados de estas especies de rumiantes. Adicionalmente a estas fuentes dietarias el CLA puede ser sintetizado a partir del ácido vaccénico (t11-18:1) por acción de la enzima $\Delta 9$ -desaturasa que se encuentra abundantemente en la glándula mamaria y el tejido adiposo (73). Experimentalmente se ha descrito que el CLA tiene una serie de efectos biológicos entre los que destacan el efecto antidiabético, el antiaterosclerótico, el antiadipogénico y el anticarcinogénico (72). En la mayoría de los estudios con CLA se ha utilizado una mezcla de isómeros sintetizados químicamente a partir de una reacción alcalina que utiliza como sustrato al ácido linoleico (72, 73). Los productos de dicha síntesis química son c9,t11-CLA (~42%), t10,c12-CLA (~43%), otros isómeros del CLA (c9,c11-CLA, c10,t12-CLA, t9, t11/t10, t12-CLA, c7,c9-CLA, c8,c10-CLA, c11,c13-CLA) (~5%), ácido linoleico (~0.5%), ácido oleico (~4.0%) y otros ácidos grasos no determinados (~5.5%) (72, 73). Existen muy pocos trabajos en los que se hayan utilizados isómeros purificados del CLA esto a tenido como consecuencia que los efectos biológicos observados con la mezcla de CLA se atribuyan principalmente al c9,t11-CLA y al t10,c12-CLA (72, 73). En los trabajos que a continuación revisamos, a menos que se indique lo contrario, se utiliza la mezcla de isómeros de CLA que mencionamos anteriormente.

En modelos animales de carcinogénesis química se ha visto que el CLA inhibe la formación de papilomas de piel, cáncer de estómago, cáncer de colon y tumores mamaros (74-79). Ip et al. (77) mostraron que el CLA inhibió el desarrollo tumores mamaros inducidos con DMBA. Las ratas fueron alimentadas con la dieta basal AIN-76A o adicionada con 0.5%, 1% ó 1.5% de CLA. Los tratamientos se iniciaron 2 semanas antes de aplicar el cancerígeno y continuaron hasta el final del experimento. El número total de adenocarcinomas mamaros por rata en los grupos adicionados con CLA al 0.5%, 1%, y 1.5% CLA se redujeron en un 32%, 56%, y 60%, respectivamente. De igual manera la incidencia y el tamaño del tumor se redujeron en los animales tratados con el CLA. En general se

encontró un efecto dosis-dependiente desde 0 hasta 1% de adición del CLA, y sin beneficios adicionales por el uso de 1.5% de CLA. El consumo crónico de CLA al 1.5% no produjo consecuencias adversas en los animales. Posteriormente se mostró que el efecto anticarcinogénico del CLA se daba tanto en animales tratados con DMBA como con MNU lo que sugiere que el CLA no actúa en la activación del cancerígeno (78).

FIGURA 3
Comparación de los isómeros más estudiados del ácido linoleico conjugado (CLA) y el ácido linoleico



Estudios subsecuentes mostraron que el efecto del CLA era independiente de la forma de administración ya fuera en forma de ácidos grasos libres o como triglicéridos (80). También se ha determinado que ni la cantidad (10%, 13.3%, 16.7% ó 20%) ni el tipo de lípidos (mantequilla ó aceite de maíz) presentes en la dieta influyen sobre el efecto anticarcinogénico del CLA (81). Igualmente se demostró que la administración de una dieta rica en CLA (1%) iniciada después del destete (21 días posparto) y hasta los 42 días de edad es suficiente para inhibir la carcinogénesis mamaria cuando el cancerígeno se aplica al día 50 de edad. En contraste, si la dieta rica en CLA se inicia posterior a la aplicación del cancerígeno su administración debe ser continua para mantener la inhibición de la carcinogénesis (80). Más recientemente, Ip et al. (82) encontraron que la adición a la dieta de una mantequilla enriquecida con el c9,t11-CLA y el ácido vaccénico (precursor del c9,t11-CLA) inhibía efectivamente la carcinogénesis mamaria. La concentración de CLA en la mantequilla enriquecida con CLA fue de 8.2 veces más en la control y la concentración total de CLA en la dieta fue de 0.8%. Es importante señalar

que la elaboración de esta mantequilla rica en CLA no consistió de la adición de CLA sintetizado químicamente sino que partió desde la alimentación que se dio a las vacas para producir una leche rica en CLA. Esto muestra que es posible enriquecer la leche y sus derivados con el CLA y hace más probable su utilización en forma de "alimento funcional". Recientemente se ha encontrado que el ácido vaccénico, presente en la leche, también inhibe la carcinogénesis mamaria (83). El efecto anticancerígeno del ácido vaccénico parece depender de su transformación a c9, t11-CLA vía la Δ^9 -desaturasa (84, 85).

A lo largo de más de una década de investigación sobre el papel del CLA en la carcinogénesis mamaria con modelos animales se han demostrado que este compuesto tiene efectos biológicos tanto en el epitelio como en el estroma mamarios. Estudios tanto *in vivo* como *in vitro* han mostrado que el CLA inhibe la proliferación y aumenta la apoptosis en el epitelio mamario (79,82,86,87). En lo referente al efecto sobre la proliferación celular los estudios *in vivo* muestran que el CLA inhibe la densidad del epitelio mamario en un 20% a un 30%, acompañado de una reducción en el número de pies terminales, así como una reducción de la proliferación celular en estas estructuras asociado a una reducción de la expresión de las ciclinas D1 y A (73, 82, 88). Ambas ciclinas participan en la promoción de la fase G1 a la fase S del ciclo celular. Estudios *in vitro* con cultivos primarios confirman que el CLA inhibe directamente la proliferación celular del epitelio mamario (79). De este modo se ha postulado que se reduce el número de las células más susceptibles a los cancerígenos (73,82). Por otra parte se ha mostrado que los animales alimentados con CLA hay un aumento en la apoptosis en las lesiones preneoplásicas generadas por los cancerígenos. La apoptosis observada en estos estudios se acompaña de una reducción de la proteína anti-apoptótica Bcl-2 pero sin cambios en las proteínas pro-apoptóticas Bak y Bax (86). El efecto proapoptótico del CLA se ha observado tanto en cultivos primarios de epitelio normal como en la líneas celulares de cáncer mamario de rata inducido con MNU (79, 86).

En la glándula mamaria además del componente epitelial existe el componente estromal que forma el cojinete graso que es donde el epitelio se desarrolla, alimenta y funciona. El estroma esta compuesto principalmente por vasos sanguíneos, fibroblastos, adipocitos y abundante matriz extracelular. Existe una muy estrecha y poco estudiada comunicación celular entre el estroma y epitelio mamarios. El CLA se almacena de manera dosis dependiente en los adipocitos principalmente en forma de lípidos neutros y otro tanto en forma de fosfolípidos. La acumulación del CLA es mayor en la glándula mamaria que en el hígado o suero pero menor que en el tejido adiposo peritoneal (82, 87). Todo esto sugiere que los triglicéridos en los adipocitos mamarios pudieran representar un reservorio de CLA el cual sería transportado al epitelio

adyacente. El CLA inhibe el metabolismo del ácido linoleico hacia ácido araquidónico en un 50%, sugiriendo que uno de los mecanismos por los cuales el CLA ejerce sus efectos es a través de una alteración de la síntesis de los eicosanoides (87). También se ha demostrado que el CLA inhibe la angiogénesis en el modelo *in vivo* de ratón con reto angiogénico (89). Este modelo de angiogénesis consiste en aplicar en la glándula mamaria una inyección subcutánea de un substrato angiogénico (células de sarcoma de Engelbreth-Holm-Swarm en un gel junto con el factor de crecimiento básico de los fibroblastos). De este modo los ratones alimentados con una dieta con 1% o 2% de CLA por 6 semanas previos al reto angiogénico presentaron una menor vascularización (89). Esto se acompaña de una menor presencia del factor de crecimiento vascular endotelial (VGEF) así como de su receptor la cinasa hepática fetal tipo 1 (FLK-1) y también una menor concentración en suero del VGEF (89). Existe todavía muy pocos estudios donde se distingan claramente los efectos individuales de cada uno de los isómeros del CLA.

Adicionalmente a estos efectos se ha demostrado que el CLA tiene un modesto efecto antioxidante reduciendo la lipoperoxidación tanto en la glándula mamaria normal como en la de los animales tratados con DMBA (77).

En cuanto a los mecanismos de acción del CLA no han sido firmemente establecidos (73). Se ha sugerido que los efectos del CLA podrían estar mediados en parte por un mecanismo dependiente de la activación de los PPAR (90). Los PPAR al igual que los receptores al AR son receptores que pertenecen a la superfamilia de receptores nucleares. Los PPAR forman heterodímeros con los RXR y regulan la expresión de genes involucrados en el metabolismo de lípidos, señalización de la insulina, diferenciación adiposa y apoptosis (59, 91). En la actualidad se han descrito tres tipos de PPAR que son el α , β (también denominado δ) y γ , los cuales se expresan en la glándula mamaria y pueden ser activados por el CLA (73,90-93). En particular, el PPAR γ es el que llama más la atención debido a que este tipo de receptor se encuentra poco expresado en los tumores mamarios y a que su expresión es inducida por el propio CLA (90, 91, 93). Más aún, evidencia indirecta señala que metabolitos Δ^6 -desaturados del CLA activan al PPAR γ (93). También se ha observado que activadores específicos del PPAR γ como la tiazolidinediona inhiben el crecimiento de células cancerosas de mama, colon y próstata (91). Además, se ha demostrado en modelos murinos que la tiazolidinediona y el GW7845, otro ligando del PPAR γ , tienen un efecto protector contra el desarrollo de cáncer mamario (91, 94).

Probablemente uno de los mayores retos que tiene en frente el estudio de los efectos antineoplásicos del CLA sea el de distinguir los efectos de cada uno de los isómeros que se han utilizado en los diferentes bioensayos. Por ejemplo, se ha observado que tanto el c9,t11-CLA, el isómero más abundante

en la grasa de la leche, y el t10,c12-CLA, un isomero menos abundante, inhiben la angiogénesis en el modelo *in vivo* de ratón con reto angiogénico, pero tienen un claro efecto diferencial en el tejido adiposo blanco y café presente en la glándula mamaria. Ambos isómeros reducen el tamaño de los adipositos blancos pero solo el t10,c12-CLA induce apoptosis tanto en el tejido adiposo blanco como en el café (95). En contraste, el c9,t11-CLA presenta mayor afinidad que el t10,c12-CLA a los PPAR α y γ (92, 93), poniendo en evidencia la posibilidad de mecanismos acción diferentes a los propuestos actualmente. Otro aspecto importante que tendrá que sortear la investigación en CLA es el estudio en poblaciones humanas mostrando su valor como agente preventivo de cáncer mamario seguro y eficaz. Por el momento, los estudios epidemiológicos no han encontrado una asociación de reducción del riesgo de cáncer mamario con consumo del CLA (96). Esto se puede deber en parte a la cantidad de CLA que se consume de manera habitual en la dieta, se estima que el consumo de CLA es de ~150-200 mg/día mientras que el consumo de CLA en los animales de experimentación es de 12 mg/día, lo que equivaldría a un consumo de 2.8 g/día en un individuo de 70 kg (96). Esto presupone una limitante del CLA como agente preventivo del cáncer mamario pero dado su potencial como agente coadyuvante de varias patologías humanas se están buscando alternativas para enriquecer la dieta con este tipo de ácidos grasos y también generar con menor costo los diferentes isómeros de CLA.

Algas marinas y yodo

El consumo de las algas marinas *wakame* (*Undaria*), *nori* (*Porphyra*) y *kombu* (*Laminaria*) ha sido señalado como otro de los componentes clave de la dieta oriental que pudiera brindar la protección contra el riesgo de desarrollar cáncer mamario (9,97). Experimentalmente se ha mostrado que tratamientos a base de algas inhiben la carcinogénesis mamaria inducida químicamente. Teas et al. (97), mostraron que la adición a la dieta de un 5% del alga *Laminaria angustata* retrasa significativamente la aparición de tumores en ratas tratadas con el cancerígeno DMBA. Yamamoto et al. (98), encontraron que la adición de un 2% a la dieta de las algas *Porphyra tenera*, *Laminaria religiosa* y *Laminaria japonica var ochotensis* inhibían la incidencia de tumores mamarios inducidos con DMBA. El grupo control tuvo una incidencia tumoral del 69% mientras que las ratas tratadas con los diferentes tipos de algas tuvieron incidencias del 35% para la *P. tenera*, 35% para la *L. religiosa* y de 50% para *L. japonica var ochotensis*. Más recientemente Funahashi et al. (99) reportaron que la adición de 1 y 5% del alga *wakame* en la dieta de ratas con tumores mamario inducidos con DMBA presentaban una reducción del tamaño tumoral. El consumo de la dieta adicionada con el alga aumento significativamente los valores de yodo en el suero pero no modifico los valores de la

hormona tiroidea tiroxina (T4). Adicionalmente se mostró que en los tumores mamarios de las ratas suplementadas con el alga se redujo la proliferación y aumento la muerte celular. También se encontró un aumento en la expresión de TGF- β en las ratas tratadas con el alga marina. Se ha demostrado que el TGF- β induce apoptosis en células tumorales y que actúa paracrinamente en las células endoteliales inhibiendo la angiogénesis. Posteriormente en la misma línea de investigación, Funahashi et al. (100), con el argumento de que las dosis utilizadas del alga *wakame* fueron muy altas, probaron extractos del alga marina *mekabu*. El alga marina *mekabu* al igual que la *wakame* también es rica en yodo (5.7 vs 5.9 mg/100 g) pero tiene la ventaja de ser más barata y de más fácil procesamiento. Una semana después de que aplicaron el DMBA se administro como bebida una solución a base de los extractos del alga *mekabu* durante 32 semanas. Los resultados obtenidos mostraron que el alga *mekabu* inhibía la incidencia tumoral en un 80%. Así mismo se observó un aumento en el tiempo de aparición de los tumores en las ratas tratadas con el alga *mekabu* (24-32 semanas post-DMBA) con respecto al grupo control (5-12 semanas post-DMBA). El número de tumores por rata y el tamaño de los tumores también se redujo significativamente. En el mismo trabajo Funahashi et al. (100) con experimentos *in vitro* mostraron que el tratamiento a base del alga *mekabu* indujo apoptosis en las líneas celulares de cáncer mamario MCF-7, MDA-MB-231 y T-47D de manera más efectiva que el medicamento antineoplásico 5-fluorouracil.

Se han señalado varios componentes de las algas que pudieran estar mediando su efecto anticancerígeno como son el ester sulfato, el polisacárido sulfatado fucoidan y el yodo (9, 97, 98). De estos el que más se ha estudiado en cáncer mamario es el yodo. Se estima que gracias al consumo de algas el consumo de yodo en Japón alcanza los 5000 $\mu\text{g}/\text{día}$ mientras que en Estados Unidos y Reino Unido es solo de 200 $\mu\text{g}/\text{día}$ (9). Desde hace más de 30 años se ha sospechado que el yodo participa en la fisiología y patología mamaria (101). Eskin et al. (102) mostró que la deficiencia de yodo en ratas hembras producía lesiones atípicas y displásicas en la glándula mamaria. Posteriormente, Eskin et al. (103) demostró que la hiperplasia mamaria por deficiencia de yodo se reducía con la suplementación de yodo molecular (I_2) pero no se modificaba al utilizar yoduro (I^-). Posteriormente, Funahashi et al. (104) mostraron que la administración continua por 4 semanas de solución de Lugol (solución a base de KI y I_2) con acetato de medroxiprogesterona inhibía el crecimiento de tumores mamarios inducidos con el cancerígeno DMBA. Este efecto de inhibición del crecimiento tumoral mamario permaneció hasta 4 semanas después de retirar los tratamientos de solución de Lugol y acetato de medroxiprogesterona. Cabe señalar que el contenido de yodo en los tumores tuvo un incremento significativo después de 4 semanas de aplicar los

tratamientos. En resultados obtenidos en nuestro laboratorio utilizando el modelo de carcinogénesis mamaria con MNU se observó que cuando se administraban crónicamente (hasta 4 meses post-MNU) en el agua de bebida I_2 (0.05%), KI (0.05%) y T4 ($3\mu\text{g}/\text{mL}$) solo el tratamiento de I_2 inhibió el desarrollo de tumores mamarios. El KI no redujo la incidencia tumoral con respecto al control, 93.7% vs 72.7% respectivamente, y tampoco retrasó la semana de aparición del primer tumor con respecto al control, 10.8 semanas vs 9.8 semanas. Por su parte el I_2 redujo significativamente la incidencia tumoral (al 30%) y se observó una tendencia a aumentar la latencia de aparición del primer tumor (10.8 vs 12.7 semanas). Más aún, solo el tratamiento con T4 pero no con I_2 y KI modificó los niveles circulantes de la hormona tiroidea, triiodotironina (T3). Estos datos indican que el efecto antitumoral del I_2 no es mediado por su conversión a I^- o por su incorporación a las hormonas tiroideas. Además se encontró que si el tratamiento de I_2 se suspende tanto una semana después de aplicado el MNU o después de 4 meses, la incidencia tumoral aumenta significativamente sugiriendo que el efecto protector del I_2 incide en la promoción tumoral (105).

Los mecanismos por los cuales el yodo es capaz de inhibir la carcinogénesis mamaria están aún por dilucidarse. Venturi et al., (106) y Symth (107) proponen que el yodo, en todas las células que son capaces de concentrarlo, tiene una acción antioxidante. El I^- en presencia de H_2O_2 y peroxidasa se oxida y se pueden yodar residuos de tirosina, histidina o lípidos específicos y como consecuencia neutralizar su propio poder oxidante. Además se conoce que el KI es un quelante específico del OH^- (108). Estudios *in vitro* muestran que el NaI ($15\mu\text{M}$) es tan efectivo como el ácido ascórbico ($50\mu\text{M}$) para prevenir el efecto oxidativo del H_2O_2 a las muestras de suero de sujetos humanos (109). Esto sugiere que el I^- puede estar actuando directamente neutralizando al OH^- o indirectamente compitiendo con los radicales libres por los sitios susceptibles de oxidación de moléculas como lípidos, proteínas o DNA. A este respecto se ha demostrado que se conoce que la deficiencia de yodo aumenta la lipoperoxidación en tiroides (107). Más aún, Katamine et al. (110) encontró que ratas con un consumo crónico (19 meses) de una dieta rica en yodo tienen una disminución en la lipoperoxidación basal en el cerebro. Estudios en nuestro laboratorio muestran que los tratamientos con I_2 en el agua de bebida de ratas tratadas con y sin MNU se acompañan de una reducción en la lipoperoxidación en la glándula mamaria (105).

Otro de los efectos que pudiera estar provocando el yodo en la glándula mamaria es inhibir la proliferación celular e inducir apoptosis. La glándula tiroides con bocio (hiperplásica) reduce su tamaño después de la aplicación de KI y el análisis histológico de la glándula muestra la presencia de muerte celular (111). En estudios *in vitro* se ha observado que la administración de KI inhibe la proliferación celular e induce

apoptosis en los tirocitos (112). Más aún, se ha demostrado que el KI induce apoptosis en tirocitos y células cancerosas solo si hay la presencia de la actividad de la enzima tiroperoxidasa (TPO) (94,95). Vitale et al. (113) mostró en tirocitos que el exceso de KI induce apoptosis pero si TPO es inhibida con propiltiouracilo su efecto se cancela. Zhang et al., (114) usando células cancerosas de pulmón transfectadas con el transportador de Na^+/I^- (NIS) o con NIS+TPO juntos, la inducción de apoptosis con KI solo se presenta en las células transfectadas con NIS+TPO. Todo esto indica que el I^- que viene del KI requiere ser oxidado por la TPO para ejercer sus efectos, implicando también que el yodo actúa unido a proteínas y/o a lípidos (112). A la fecha no se ha identificado el intermediario oxidado del yodo que se genera por acción de la TPO pero existen varios candidatos como el yodinio (I^+), el radical libre de yodo (I^0) y el I_2 (107). Las principales componentes que se yodan son la tiroglobulina, proteína indispensable para la formación de las hormonas tiroideas y lípidos derivados del ácido araquidónico (112). Entre los lípidos yodados se encuentra la δ -yodolactona (6-yodo 8, 11, 14-eicosatrienoica- δ -lactona) la cual inhibe la proliferación celular, la captura de yodo y la producción de H_2O_2 en los tirocitos (112). Nosotros proponemos que estos lípidos yodados al tratarse de derivados del ácido araquidónico podrían actuar a través de receptores nucleares tipo PPAR regulando la transcripción de genes (105, 115).

En el caso de nuestros resultados donde encontramos que el I_2 y pero no el KI tiene efectos sobre la carcinogénesis nos sugiere que el I_2 al tratarse de una forma oxidada no requiere de la mediación enzimática para unirse a los lípidos (105, 115). De hecho se ha mostrado síntesis *in vitro* de T4 en ausencia de TPO utilizando como precursor al I_2 (116). Cabe mencionar que solo durante la gestación y lactancia la glándula mamaria expresa una enzima homóloga a TPO, la lactoperoxidasa (LPO), la cual oxida al I^- que viene de la circulación y lo une a las proteínas de la leche (117).

Finalmente, en estudios en mujeres con enfermedad fibrocística mamaria el tratamiento con I_2 en dosis entre 3 y 6 mg administrado por más de 4 meses reduce la nodularidad mamaria y el dolor característicos de esta enfermedad sin tener efectos tóxicos sobre la función tiroidea y (118,119). Estos datos junto con los reportes en animales de laboratorio colocan al I_2 como un candidato viable para ser utilizado en estudios clínicos de terapia contra el cáncer mamario.

CONCLUSIONES

Como se ha podido observar los modelos animales son necesarios para la búsqueda de nuevas modalidades de terapia y prevención de cáncer mamario. Su uso representa varias ventajas para el estudio del cáncer mamario entre las que podemos destacar las siguientes: a) permite la evaluación inte-

gral de los efectos sobre el metabolismo, la defensa del huésped y el sistema endocrino de los nuevos esquemas terapéuticos y de prevención; b) dan la oportunidad de examinar relaciones causa-efecto en un ambiente *in situ* influenciado por todos los otros factores presentes en el sistema; c) reduce la variabilidad genética presente naturalmente en las poblaciones humanas; d) permiten manipulaciones genéticas y se puede determinar el papel que desempeñan dichas manipulaciones en el curso de la enfermedad; e) se prestan para el diseño de experimentos que semejen los patrones de consumo de componentes de la dieta humana; y finalmente f) son económicos, ahorran tiempo, y son ideales para abordar aquellas interrogantes que por razones éticas no se pueden contestar con la investigación en sujetos humanos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la revisión crítica de este manuscrito al Dr. Mauro Valencia y a la Dra. Silvia Moya-Camarena del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (Hermosillo, Sonora México). También agradecemos a los servicios de información y recuperación de documentos de la biblioteca del Instituto de Neurobiología de la UNAM a cargo de la Lic. Pilar Galarza. Así mismo agradecemos los servicios de la Biblioteca Virtual de Biotecnología para las Américas del Instituto de Biotecnología de la UNAM y del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Parcialmente apoyado por CONACYT 25598-M y DGAPA-UNAM PAPIIT IN224602. P García-Solís recibe apoyo económico para estudios de posgrado por parte del CONACYT (153808) y de la DGEP-UNAM (500119785).

REFERENCIAS

- Bray F, McCarron P, Parkin DM. The changing global patterns of female breast cancer incidence and mortality. *Breast Cancer Res* 2004; 6: 229-39.
- DeBruin LS, Joseph PD. Perspectives on the chemical etiology of breast cancer. *Environ Health Perspect* 2002; 110 Suppl 1: 119-28.
- Charpenter A, Aldaz M. The molecular basis of breast carcinogenesis. En: Tsongalis GJ, editor. *The molecular basis of human cancer*. Totowa, NJ: Humana Press; 2002. p. 347-363.
- MacMahon P, Cole T, Lin TM, Lowe CR, Mirra AP, Ravnihar B, et al. Age at first birth and breast cancer risk. *Bull Wld Hlth Org* 1970; 43: 209-221.
- Gerber B, Muller H, Reimer T, Krause A, Friese K. Nutrition and lifestyle factors on the risk of developing breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 2003; 79: 265-76.
- Ziegler RG, Hoover RN, Pike MC, Hildesheim A, Nomura AM, West DW, et al. Migration patterns and breast cancer risk in Asian-American women. *J Natl Cancer Inst* 1993; 85: 1819-27.
- WCR/AICR. *Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective*. Washington, DC. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research; 1997.
- Limer JL, Speirs V. Phyto-oestrogens and breast cancer chemoprevention. *Breast Cancer Res* 2004; 6: 119-27.
- Cann SA, van Netten JP, van Netten C. Hypothesis: iodine, selenium and the development of breast cancer. *Cancer Causes Control* 2000; 11: 121-7.
- Crowell PL. Monoterpenes in breast cancer chemoprevention. *Breast Cancer Res Treat* 1997; 46: 191-7.
- Kline K, Lawson KA, Yu W, Sanders BG. Vitamin E and breast cancer prevention: current status and future potential. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2003; 8: 91-102.
- El-Bayoumy K, Sinha R. Mechanisms of mammary cancer chemoprevention by organoselenium compounds. *Mutat Res* 2004; 551: 181-97.
- Cave WT, Jr. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in rodent models of breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 1997; 46: 239-46.
- Hakkak R, Korourian S, Shelnett SR, Lensing S, Ronis MJ, Badger TM. Diets containing whey proteins or soy protein isolate protect against 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumors in female rats. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2000; 9: 113-7.
- Rowlands JC, He L, Hakkak R, Ronis MJ, Badger TM. Soy and whey proteins downregulate DMBA-induced liver and mammary gland CYP1 expression in female rats. *J Nutr* 2001; 131: 3281-7.
- Malejka-Giganti D, Niehans GA, Reichert MA, Bliss RL. Post-initiation treatment of rats with indole-3-carbinol or beta-naphthoflavone does not suppress 7, 12-dimethylbenz[a]anthracene-induced mammary gland carcinogenesis. *Cancer Lett* 2000; 160: 209-18.
- Medina D, Thompson HJ. A comparison of the salient features of mouse, rat, and human mammary tumorigenesis. En: Asch BB, editor. *Methods in mammary gland biology and breast cancer research*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2000. p. 31-36.
- Thompson HJ. Methods for the induction of mammary carcinogenesis in the rat using either 7,12-dimethylbenz[a]anthracene or 1-methyl-1-nitrosourea. En: Asch BB, editor. *Methods in mammary gland biology and breast cancer research*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2000. p. 19-29.
- Thompson H, Sporn MB. Mammary cancer in rats. En: Teicher BA, editor. *Tumor models in cancer research*. Totowa, NJ: Humana Press; 2002. p. 173-181.
- Clarke R. Animal models of breast cancer: experimental design and their use in nutrition and psychosocial research. *Breast Cancer Res Treat* 1997; 46: 117-33.
- Sporn MB, Dunlop NM, Newton DL, Smith JM. Prevention of chemical carcinogenesis by vitamin A and its synthetic analogs (retinoids). *Fed Proc* 1976; 35: 1332-8.
- Sporn MB, Newton DL. Chemoprevention of cancer with retinoids. *Fed Proc* 1979; 38: 2528-34.
- Fisher B, Costantino JP, Wickerham DL, Redmond CK, Kavanah M, Cronin WM, et al. Tamoxifen for prevention of breast cancer: report of the National Surgical Adjuvant Breast and Bowel Project P-1 Study. *J Natl Cancer Inst* 1998; 90: 1371-88.

24. Strasser-Weippl K, Goss PE. Prevention of breast cancer using SERMs and aromatase inhibitors. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2003; 8: 5-18.
25. Lajolo FM. Functional foods: Latin American perspectives. *Br J Nutr* 2002; 88 Suppl 2: S145-50.
26. Fay MP, Freedman LS. Meta-analyses of dietary fats and mammary neoplasms in rodent experiments. *Breast Cancer Res Treat* 1997; 46: 215-23.
27. Thompson HJ, Zhu Z, Jiang W. Dietary energy restriction in breast cancer prevention. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2003; 8: 133-42.
28. Rogers AE. Diet and breast cancer: studies in laboratory animals. *J Nutr* 1997; 127: 933S-935S.
29. Clinton SK. Diet, anthropometry and breast cancer: integration of experimental and epidemiologic approaches. *J Nutr* 1997; 127: 916S-920S.
30. Kritchevsky D. Caloric restriction and experimental mammary carcinogenesis. *Breast Cancer Res Treat* 1997; 46: 161-7.
31. Carroll KK, Kohr HT. Dietary fat in relation to tumorigenesis. *Prog Biochem Pharmacol* 1975; 10: 308-353.
32. Willett WC. Fat, energy and breast cancer. *J Nutr* 1997; 127: 921S-923S.
33. Zhu Z, Jiang W, Thompson HJ. Mechanisms by which energy restriction inhibits rat mammary carcinogenesis: in vivo effects of corticosterone on cell cycle machinery in mammary carcinomas. *Carcinogenesis* 2003; 24: 1225-31.
34. Lamartiniere CA. Protection against breast cancer with genistein: a component of soy. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 1705S-7S; discussion 1708S-9S.
35. Davis SR, Dalais FS, Simpson ER, Murkies AL. Phytoestrogens in health and disease. *Recent Prog Horm Res* 1999; 54: 185-210; discussion 210-1.
36. Kurzer MS, Xu X. Dietary phytoestrogens. *Annu Rev Nutr* 1997; 17: 353-81.
37. Wei H, Bowen R, Cai Q, Barnes S, Wang Y. Antioxidant and antipromotional effects of the soybean isoflavone genistein. *Proc Soc Exp Biol Med* 1995; 208: 124-130.
38. Russo IH, Russo J. Role of hormones in mammary cancer initiation and progression. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 1998; 3: 49-61.
39. Yang J, Yoshizawa K, Nandi S, Tsubura A. Protective effects of pregnancy and lactation against N-methyl-N-nitrosourea-induced mammary carcinomas in female Lewis rats. *Carcinogenesis* 1999; 20: 623-8.
40. Guzman RC, Yang J, Rajkumar L, Thordarson G, Chen X, Nandi S. Hormonal prevention of breast cancer: mimicking the protective effect of pregnancy. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1999; 96: 2520-5.
41. Rajkumar L, Guzman RC, Yang J, Thordarson G, Talamantes F, Nandi S. Short-term exposure to pregnancy levels of estrogen prevents mammary carcinogenesis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2001; 98: 11755-9.
42. Rajkumar L, Guzman RC, Yang J, Thordarson G, Talamantes F, Nandi S. Prevention of mammary carcinogenesis by short-term estrogen and progestin treatments. *Breast Cancer Res* 2004; 6: R31-7.
43. Abrams TJ, Guzman RC, Swanson SM, Thordarson G, Talamantes F, Nandi S. Changes in the parous rat mammary gland environment are involved in parity-associated protection against mammary carcinogenesis. *Anticancer Res* 1998; 18: 4115-21.
44. Thordarson G, Van Horn K, Guzman RC, Nandi S, Talamantes F. Parous rats regain high susceptibility to chemically induced mammary cancer after treatment with various mammotropic hormones. *Carcinogenesis* 2001; 22: 1027-33.
45. D'Cruz CM, Moody SE, Master SR, Hartman JL, Keiper EA, Imielinski MB, et al. Persistent parity-induced changes in growth factors, TGF-beta3, and differentiation in the rodent mammary gland. *Mol Endocrinol* 2002; 16: 2034-51.
46. Lamartiniere CA, Moore J, Holland M, Barnes S. Neonatal genistein chemoprevents mammary cancer. *Proc Soc Exp Biol Med* 1995; 208: 120-3.
47. Murrill WB, Brown NM, Zhang JX, Manzillo PA, Barnes S, Lamartiniere CA. Prepubertal genistein exposure suppresses mammary cancer and enhances gland differentiation in rats. *Carcinogenesis* 1996; 17: 1451-7.
48. Lamartiniere CA, Murrill WB, Manzillo PA, Zhang JX, Barnes S, Zhang X, et al. Genistein alters the ontogeny of mammary gland development and protects against chemically-induced mammary cancer in rats. *Proc Soc Exp Biol Med* 1998; 217: 358-64.
49. Fritz WA, Coward L, Wang J, Lamartiniere CA. Dietary genistein: perinatal mammary cancer prevention, bioavailability and toxicity testing in the rat. *Carcinogenesis* 1998; 19: 2151-8.
50. Lamartiniere CA, Cotroneo MS, Fritz WA, Wang J, Mentor-Marcel R, Elgavish A. Genistein chemoprevention: timing and mechanisms of action in murine mammary and prostate. *J Nutr* 2002; 132: 552S-558S.
51. Lamartiniere CA, Wang J, Smith-Johnson M, Eltoum IE. Daidzein: bioavailability, potential for reproductive toxicity, and breast cancer chemoprevention in female rats. *Toxicol Sci* 2002; 65: 228-38.
52. Chen J, Tan KP, Ward WE, Thompson LU. Exposure to flaxseed or its purified lignan during suckling inhibits chemically induced rat mammary tumorigenesis. *Exp Biol Med (Maywood)* 2003; 228: 951-8.
53. Tou JC, Chen J, Thompson LU. Flaxseed and its lignan precursor, secoisolariciresinol diglycoside, affect pregnancy outcome and reproductive development in rats. *J Nutr* 1998; 128: 1861-8.
54. Tan KP, Chen J, Ward WE, Thompson LU. Mammary gland morphogenesis is enhanced by exposure to flaxseed or its major lignan during suckling in rats. *Exp Biol Med (Maywood)* 2004; 229: 147-57.
55. Cotroneo MS, Wang J, Fritz WA, Eltoum IE, Lamartiniere CA. Genistein action in the prepubertal mammary gland in a chemoprevention model. *Carcinogenesis* 2002; 23: 1467-74.
56. Nahta R, Hortobagyi GN, Esteva FJ. Growth factor receptors in breast cancer: potential for therapeutic intervention. *Oncologist* 2003; 8: 5-17.
57. Zhou J-R, Erdman Jr.; JW. Soy Consumption and cancer prevention. En: Bendich A y Deckerbaum RJ, eds. *Preventive nutrition: the comprehensive guide for health professionals, third edition*. Totowa, NJ: Humana Press; 2005. p. 123-155.
58. Constantinou AJ, Krygier AE, Metha RR. Genistein induces maturation of cultured human breast cancer cell and prevents

- tumor growth in nude mice. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(suppl): 1426S-30S.
59. Blaner WS. *Biochemistry and pharmacology of retinoids*. En: Lotan R, editor. *Retinoids in oncology*. New York: Marcel Dekker; 1993. p. 1-41.
 60. Yang LM, Tin UC, Wu K, Brown P. Role of retinoid receptors in the prevention and treatment of breast cancer. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 1999; 4: 377-88.
 61. Mangelsdorf DJ, Thummel C, Beato M, Herrlich P, Schutz G, Umesono K, et al. The nuclear receptor superfamily: the second decade. *Cell* 1995; 83: 835-9.
 62. Chambon P. A decade of molecular biology of retinoic acid receptors. *Faseb J* 1996; 10: 940-54.
 63. Moon RC, Constantinou AI. Dietary retinoids and carotenoids in rodent models of mammary tumorigenesis. *Breast Cancer Res Treat* 1997; 46: 181-9.
 64. Lotan R. Retinoids in cancer chemoprevention. *FASEB J* 1996; 10: 1031-9.
 65. Pfahl M, Chytil F. Regulation of metabolism by retinoic acid and its nuclear receptors. *Annu Rev Nutr* 1996; 16: 257-83.
 66. Formelli F, Barua AB, Olson JA. Bioactivities of N-(4-hydroxyphenyl) retinamide and retinoyl beta-glucuronide. *FASEB J* 1996; 10: 1014-24.
 67. Anzano MA, Byers SW, Smith JM, Peer CW, Mullen LT, Brown CC, et al. Prevention of breast cancer in the rat with 9-cis-retinoic acid as a single agent and in combination with tamoxifen. *Cancer Res* 1994; 54: 4614-7.
 68. Garcia-Solis P, Aceves C. 5'Deiodinase in two breast cancer cell lines: effect of triiodothyronine, isoproterenol and retinoids. *Mol Cell Endocrinol* 2003; 201: 25-31.
 69. Cohen LA. A review of animal model studies of tomato carotenoids, lycopene, and cancer chemoprevention. *Exp Biol Med (Maywood)* 2002; 227: 864-8.
 70. Grubbs CJ, Eto I, Juliana MM, Whitaker LM. Effect of canthaxanthin on chemically induced mammary carcinogenesis. *Oncology* 1991; 48: 239-45.
 71. Cohen LA, Zhao Z, Pittman B, Khachik F. Effect of dietary lycopene on N-methylnitrosourea-induced mammary tumorigenesis. *Nutr Cancer* 1999; 34: 153-9.
 72. Belury MA. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annu Rev Nutr* 2002; 22: 505-31.
 73. Ip MM, Masso-Welch PA, Ip C. Prevention of mammary cancer with conjugated linoleic acid: role of the stroma and the epithelium. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2003; 8: 103-18.
 74. Belury MA, Nickel KP, Bird CE, Wu Y. Dietary conjugated linoleic acid modulation of phorbol ester skin tumor promotion. *Nutr Cancer* 1996; 26: 149-57.
 75. Ha YL, Grimm NK, Pariza MW. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis* 1987; 8: 1881-7.
 76. Park HS, Ryu JH, Ha YL, Park JH. Dietary conjugated linoleic acid (CLA) induces apoptosis of colonic mucosa in 1,2-dimethylhydrazine-treated rats: a possible mechanism of the anticarcinogenic effect by CLA. *Br J Nutr* 2001; 86: 549-55.
 77. Ip C, Chin SF, Scimeca JA, Pariza MW. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res* 1991; 51: 6118-24.
 78. Ip C, Singh M, Thompson HJ, Scimeca JA. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res* 1994; 54: 1212-5.
 79. Ip MM, Masso-Welch PA, Shoemaker SF, Shea-Eaton WK, Ip C. Conjugated linoleic acid inhibits proliferation and induces apoptosis of normal rat mammary epithelial cells in primary culture. *Exp Cell Res* 1999; 250: 22-34.
 80. Ip C, Scimeca JA, Thompson H. Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid on mammary cancer prevention. *Nutr Cancer* 1995; 24: 241-7.
 81. Ip C, Briggs SP, Haegle AD, Thompson HJ, Storkson J, Scimeca JA. The efficacy of conjugated linoleic acid in mammary cancer prevention is independent of the level or type of fat in the diet. *Carcinogenesis* 1996; 17: 1045-50.
 82. Ip C, Banni S, Angioni E, Carta G, McGinley J, Thompson HJ, et al. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *J Nutr* 1999; 129: 2135-42.
 83. Banni S, Angioni E, Murru E, Carta G, Melis MP, Bauman D, et al. Vaccenic acid feeding increases tissue levels of conjugated linoleic acid and suppresses development of premalignant lesions in rat mammary gland. *Nutr Cancer* 2001; 41: 91-7.
 84. Corl BA, Barbano DM, Bauman DE, Ip C. cis-9, trans-11 CLA derived endogenously from trans-11 18:1 reduces cancer risk in rats. *J Nutr* 2003; 133: 2893-900.
 85. Lock AL, Corl BA, Barbano DM, Bauman DE, Ip C. The anticarcinogenic effect of trans-11 18:1 is dependent on its conversion to cis-9, trans-11 CLA by delta9-desaturase in rats. *J Nutr* 2004; 134: 2698-704.
 86. Ip C, Ip MM, Loftus T, Shoemaker S, Shea-Eaton W. Induction of apoptosis by conjugated linoleic acid in cultured mammary tumor cells and premalignant lesions of the rat mammary gland. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2000; 9: 689-96.
 87. Banni S, Angioni E, Casu V, Melis MP, Carta G, Corongiu FP, et al. Decrease in linoleic acid metabolites as a potential mechanism in cancer risk reduction by conjugated linoleic acid. *Carcinogenesis* 1999; 20: 1019-24.
 88. Ip C, Dong Y, Thompson HJ, Bauman DE, Ip MM. Control of rat mammary epithelium proliferation by conjugated linoleic acid. *Nutr Cancer* 2001; 39: 233-8.
 89. Masso-Welch PA, Zangani D, Ip C, Vaughan MM, Shoemaker S, Ramirez RA, et al. Inhibition of angiogenesis by the cancer chemopreventive agent conjugated linoleic acid [se publica una fe de erratas en *Cancer Res* 2002; 62:5624]. *Cancer Res* 2002; 62: 4383-9.
 90. Belury MA. Inhibition of carcinogenesis by conjugated linoleic acid: potential mechanisms of action. *J Nutr* 2002; 132: 2995-8.
 91. Shen Q, Brown PH. Novel agents for the prevention of breast cancer: targeting transcription factors and signal transduction pathways. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2003; 8: 45-73.
 92. Moya-Camarena SY, Vanden Heuvel JP, Blanchard SG, Leesnitzer LA, Belury MA. Conjugated linoleic acid is a potent naturally occurring ligand and activator of PPAR-alpha. *J Lipid Res* 1999; 40: 1426-33.

93. Belury MA, Moya-Camarena SY, Lu M, Shi L, Leesnitzer LM, Blanchard SG. Conjugated linoleic acid is an activator and ligand for peroxime proliferators-activated receptor-gamma. *Nutr Res* 2002; 22: 817-824.
94. Sporn MB, Suh N, Mangelsdorf DJ. Prospects for prevention and treatment of cancer with selective PPAR-gamma modulators (SPARMs). *Trends Mol Med* 2001; 7: 395-400.
95. Masso-Welch P, Zangani D, Ip C, Vaughan MM, Shoemaker SF, McGee SO, Ip MM. Isomers of conjugated linoleic acid differ in their effects on angiogenesis and survival of mouse mammary adipose vasculature. *J Nutr* 2004; 134: 299-307.
96. McCann SE, Ip C, Ip MM, McGuire MK, Muti P, Edge SB, Trevisan M, Freudenheim JL. Dietary intake of conjugated Linoleic acids and risk of premenopausal and postmenopausal breast cancer, western NewYork exposures and breast cancer study (Web study). *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2004; 13: 1480-4.
97. Teas J, Harbison ML, Gelman RS. Dietary seaweed (Laminaria) and mammary carcinogenesis in rats. *Cancer Res* 1984; 44: 2758-61.
98. Yamamoto I, Maruyama H, Moriguchi M. The effect of dietary seaweeds on 7,12-dimethyl-benz[a]anthracene-induced mammary tumorigenesis in rats. *Cancer Lett* 1987; 35: 109-18.
99. Funahashi H, Imai T, Tanaka Y, Tsukamura K, Hayakawa Y, Kikumori T, et al. Wakame seaweed suppresses the proliferation of 7,12-dimethylbenz(a)-anthracene-induced mammary tumors in rats. *Jpn J Cancer Res* 1999; 90: 922-7.
100. Funahashi H, Imai T, Mase T, Sekiya M, Yokoi K, Hayashi H, et al. Seaweed prevents breast cancer? *Jpn J Cancer Res* 2001; 92: 483-7.
101. Eskin BA. Iodine metabolism and breast cancer. *Trans N Y Acad Sci* 1970; 32: 911-47.
102. Eskin BA, Shuman R, Krouse T, Merion JA. Rat mammary gland atypia produced by iodine blockade with perchlorate. *Cancer Res* 1975; 35: 2332-9.
103. Eskin BA, Grotkowski CE, Connolly CP, Ghent WR. Different tissue responses for iodine and iodide in rat thyroid and mammary glands. *Biol Trace Elem Res* 1995; 49: 9-19.
104. Funahashi H, Imai T, Tanaka Y, Tobinaga J, Wada M, Morita T, et al. Suppressive effect of iodine on DMBA-induced breast tumor growth in the rat. *J Surg Oncol* 1996; 61: 209-13.
105. Garcia-Solis P, Alfaro Y, Anguiano B, Delgado G, Guzman RC, Nandi S, Díaz-Muñoz M, Vázquez-Martínez O, Aceves C. Inhibition of *N*-methyl-*N*-nitrosourea-induced mammary carcinogenesis by molecular iodine (I₂) but not by iodide (I⁻) treatment. Evidence that I₂ prevents cancer promotion. *Mol Cell Endocrinol* 2005; 236:49-57.
106. Venturi S, Donati FM, Venturi A, Venturi M. Environmental iodine deficiency: A challenge to the evolution of terrestrial life? *Thyroid* 2000; 10: 727-9.
107. Smyth PP. Role of iodine in antioxidant defence in thyroid and breast disease. *Biofactors* 2003; 19: 121-30.
108. Murata A, Suenaga H, Hideshima S, Tanaka Y, Kato F. Hydroxyl radical as the reactive species in the inactivation of phages by ascorbic acid. *Agric Biol Chem* 1986; 50: 1481-7.
109. Winkler R, Griebenow S, Wonisch W. Effect of iodide on total antioxidant status of human serum. *Cell Biochem Funct* 2000; 18: 143-6.
110. Katamine S, Hoshino N, Totsuka K, Suzuki M. Effects of the long-term (17-19 months) feeding of high-iodine eggs on lipid metabolism and thyroid function in rats. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 1985; 31: 339-53.
111. Mutaku JF, Poma JF, Many MC, Deneff JF, van Den Hove MF. Cell necrosis and apoptosis are differentially regulated during goitre development and iodine-induced involution. *J Endocrinol* 2002; 172: 375-86.
112. Pisarev MA, Gartner R. Autoregulatory actions of iodine. En: Utiger R, editor. *Werner & Ingbar's the thyroid: a fundamental and clinical text*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 85-90.
113. Vitale M, Di Matola T, D'Ascoli F, Salzano S, Bogazzi F, Fenzi G, et al. Iodide excess induces apoptosis in thyroid cells through a p53-independent mechanism involving oxidative stress. *Endocrinology* 2000; 141: 598-605.
114. Zhang L, Sharma S, Zhu LX, Kogai T, Hershman JM, Brent GA, et al. Nonradioactive iodide effectively induces apoptosis in genetically modified lung cancer cells. *Cancer Res* 2003; 63: 5065-72.
115. Aceves C, Anguiano B, Delgado G. Is iodine a gatekeeper of the integrity of the mammary gland? *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2005; 10:189-95.
116. Thrall KD, Sauer RL, Bull RJ. Evidence of thyroxine formation following iodine administration in Sprague-Dawley rats. *J Toxicol Environ Health* 1992; 37: 535-48.
117. Strum JM. Site of iodination in rat mammary gland. *Anat Rec* 1978; 192: 235-44.
118. Ghent WR, Eskin BA, Low DA, Hill LP. Iodine replacement in fibrocystic disease of the breast. *Can J Surg* 1993; 36: 453-460.
119. Kessler JH. The effect of supraphysiologic levels of iodine on patients with cyclic mastalgia. *Breast J* 2004; 10: 238-336.

Recibido: 04-02-2005

Aceptado:26-09-2005

Anemia y deficiencia de vitamina A en niños evaluados en un centro de atención nutricional de Caracas

Jorge De Abreu, Sonia Borno, María Montilla y Elizabeth Dini

Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo (CANIA). Caracas, Venezuela

RESUMEN. Para determinar la prevalencia de anemia y deficiencia de vitamina A en niños menores de 10 años se midieron, entre 1999 y 2000, la concentración de hemoglobina, saturación de transferrina, hierro sérico y varios indicadores del estado nutricional de vitamina A: concentración de retinol plasmático (cromatografía líquida de alto rendimiento), prueba dosis respuesta relativa (RDR) y citología de impresión conjuntival (CIC). El estudio se realizó en 124 niños con desnutrición moderada y 98 niños eutróficos que asistieron a la consulta de triaje del Centro de Atención Nutricional Antímamo (CANIA, Caracas). Se analizó el consumo dietético mediante un recordatorio de 24 horas. Se empleó la *t* de Student para comparar las concentraciones promedio de las variables bioquímicas y la prueba Chi-cuadrado para evaluar la relación entre la prevalencia de anemia y deficiencia de vitamina A y las variables cualitativas como estado nutricional, grupo de edad y sexo. La prevalencia de deficiencia de vitamina A fue de aproximadamente 10% en desnutridos y eutróficos, la prueba de CIC discriminó una proporción de deficientes superior a 25% y la prueba RDR detectó una prevalencia significativamente menor en eutróficos ($p < 0,05$). La prevalencia de anemia fue significativamente superior en desnutridos (34,2%) que en eutróficos (19,2%). En niños menores de 2 años la proporción de anemia alcanzó 75,8% en desnutridos y 50% en eutróficos. En general, más de 50% de los niños anémicos tenían valores bajos de hierro. El consumo de macronutrientes y micronutrientes fue inadecuado; en niños desnutridos más de 40% tenía adecuaciones de consumo menores a 85%, mientras que en eutróficos fue alrededor de 30%. Estos resultados indican que en la población infantil estudiada existen problemas moderados de anemia y deficiencia de vitamina A, sin diferencias significativas entre niños desnutridos moderados y eutróficos.

Palabras clave: Vitamina A, niño, desnutrición proteico-energética, anemia, Venezuela, América Latina.

SUMMARY. Anemia and deficiency of vitamin A in children evaluated in a nutritional attention center from Caracas. In order to determine the prevalence of anemia and the deficiency of vitamin A in children under 10 years, the concentration of hemoglobin, transferrin saturation, serum iron and the nutritional state of vitamin A were studied between 1999 and 2000, in 124 children with moderate malnutrition and 98 healthy children who attend triage consultation in the Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo (CANIA, Caracas) by means of plasma retinol test (high performance liquid chromatography), relative dose response test (RDR) and conjunctival impression cytology (CIC). The dietary intake was analyzed by 24 hour recall. The Student *t* and Chi-square test were used for the statistical analysis of the data. The prevalence of vitamin A deficiency was approximately 10% in malnourished and healthy children, the CIC test discriminated a proportion of vitamin A deficient children superior to 25% and RDR test detected a significantly smaller percentage of deficiency in healthy children ($p < 0,05$). The prevalence of anemia was significantly higher in malnourished (34.2%) than in healthy children (19.2%). In children under 2 years the percentage of anemia reached 75.8% in undernourished children and 50% in healthy children. The consumption of macronutrients and micronutrients was inadequate; more than 40% undernourished children had caloric and macronutrients intake adequacy below 85%, whereas this level of adequacy in healthy children was around 30%. These results indicate there were problems of moderate anemia and moderate vitamin A deficiency in the studied infantile population, without significant differences between moderate undernourished and healthy children.

Key words: Vitamin A, child, protein-energy malnutrition, anemia, Venezuela, Latin America.

INTRODUCCION

La deficiencia de micronutrientes se presenta cuando un estado patológico limita la absorción, aumenta la excreción del micronutriente o factores dietéticos, psicológicos o socioeconómicos afectan el consumo de los alimentos y no se pueden satisfacer los requerimientos. Tal deficiencia puede estar presente con mayor probabilidad en individuos desnutridos, aunque también es posible observar estados

deficitarios en personas aparentemente eutróficas.

La deficiencia de micronutrientes afecta aproximadamente a 2 mil millones de personas en el mundo, causando un incremento en la mortalidad y morbilidad, especialmente en la población infantil (1). El hierro y la vitamina A son dos de los micronutrientes que presentan las prevalencias de deficiencia más elevadas a escala global, especialmente en los países subdesarrollados. Aproximadamente 20% de la población mundial, particularmente la infantil, está bajo riesgo de

deficiencia de vitamina A o hierro (2). La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia en la infancia (3).

Las alteraciones producidas por las deficiencias de los micronutrientes son diversas y pueden presentarse casos de déficit de múltiples micronutrientes. Las secuelas en la salud, así como en el crecimiento y desarrollo infantil ocasionados por la deficiencia de micronutrientes ha estimulado el desarrollo de investigaciones en Venezuela en los grupos de población más comprometidos nutricionalmente: niños y mujeres embarazadas. Sin embargo, los trabajos existentes se circunscriben sólo a ciertas regiones del país e involucran tamaños de muestra pequeños.

En el Centro de Atención Nutricional Antímamo (CANIA) se presta atención integral a los problemas nutricionales de la población pediátrica de la parroquia Antímamo, comunidad urbana menos privilegiada de la ciudad de Caracas.

Por esta razón, debido a la importancia de estos micronutrientes en la niñez y la carencia de información sobre anemia y valores sanguíneos bajos de retinol y hierro en la población infantil de la zona, se planteó la necesidad de estimar dichas prevalencias en la población que asiste al CANIA.

De igual forma, se estudió la relación entre la edad, el sexo, el estado nutricional, la presencia de infecciones respiratorias, diarrea y parasitismo intestinal sobre la concentración plasmática de vitamina A, hierro y hemoglobina y sobre la prevalencia de valores bajos de estas variables.

El conocimiento del estado nutricional de la vitamina A y la prevalencia de anemia en la población infantil que frecuenta CANIA, permitirá diseñar estrategias de tratamiento de los individuos afectados por estas deficiencias y de prevención en la comunidad pediátrica atendida por el Centro, con el fin de mitigar los efectos nocivos de tales deficiencias.

MÉTODOS

Sujetos

El estudio se realizó en la población infantil menor de 10 años de una comunidad urbana menos privilegiada de Caracas (Parroquia Antímamo). Todos los niños desnutridos moderados y eutróficos que asistieron a la consulta de triaje de CANIA entre enero de 1999 y agosto de 2000 se consideraron participantes potenciales. Un total de 230 niños con desnutrición moderada asistió a consulta durante el período de la investigación, de ellos integraron la muestra de estudio 124 niños (49 hembras, 75 varones) menores de 10 años que posteriormente fueron atendidos en la modalidad de seminternado del CANIA. El total de niños eutróficos que asistieron a la consulta de triaje en ese período fue de 863, de los cuales 98 niños (50 hembras y 48 varones) menores de 10 años ingresaron al estudio. Además de la exclusión de los niños mayores de diez años y los casos en que los padres no

consintieron en que sus hijos participaran en el estudio, se excluyeron los casos en los cuales el cuadro de desnutrición estaba asociado a una patología orgánica crónica o cromosómica.

Los representantes de los niños fueron informados sobre los detalles y objetivos del trabajo y, si aceptaban participar, se obtuvo su consentimiento por escrito. El protocolo experimental fue debidamente aprobado por el Comité de Bioética de la institución.

A todos los participantes se les realizó la determinación de la concentración en sangre de los micronutrientes estudiados: vitamina A y hierro, así como hemoglobina. La muestra de sangre para el análisis bioquímico se tomó a los niños en ayunas entre las 7 y 8 de la mañana. Además, se evaluó su estado nutricional, situación socioeconómica y se les realizó una evaluación clínica y dietética.

Determinación de la concentración sanguínea de los micronutrientes

La concentración de retinol plasmático se determinó por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) utilizando un sistema Hewlett Packard Series 1100 con una columna hypersil ODS C18 (longitud de 25 cm, diámetro interno de 4 mm, tamaño de partícula 5 µm), el retinol se eluyó con una mezcla metanol:acetonitrilo (60%:40%) a 400 µL/minuto y se cuantificó midiendo la absorbancia del eluyente a 322 nm. Se utilizó retinil acetato como estándar interno. Todos los solventes utilizados fueron grado HPLC, excepto el etanol que fue grado analítico. Se consideró 20 µg/dL como el punto de corte para definir deficiencia marginal de vitamina A.

Se realizó la prueba dosis respuesta relativa (RDR): a cada niño se le suministró una dosis de 900 µg de equivalentes de retinol (retinil palmitato en jugo de manzana), se utilizó un valor de RDR mayor de 20% como punto de corte para definir deficiencia de vitamina A (4).

La prueba de citología de impresión conjuntival (CIC) se aplicó tal como es descrita en el manual de ICEPO (International Centre for Epidemiologic and Preventive Ophthalmology) (5). Se emplearon tiras de papel de filtro de ésteres de celulosa (HAWP 304 FO, Millipore) para tomar la impresión de la conjuntiva temporal. Las muestras de CIC se tiñeron con reactivo de Schiff y hematoxilina y se observaron al microscopio con aumento 10X y 40X. Se categorizó la muestra como anormal si se observaban células epiteliales con características citológicas anormales (se pierde la continuidad del epitelio y las células aparecen agrandadas), ausencia de células caliciformes y mucina. Las muestras normales presentaban láminas continuas de células epiteliales pequeñas y abundantes células caliciformes y mucina. Si había poco material celular adherido (menos de 25% del campo 10X) la muestra se consideraba ilegible.

La concentración de hemoglobina y el valor de volumen corpuscular medio (VCM) fueron medidos mediante un analizador de hematología Coulter MD8, los puntos de corte de normalidad fueron los recomendados por la OMS (6).

El hierro fue medido en un autoanalizador Express Plus (Ciba - Corning). Los puntos de corte para definir valores bajos de hierro fueron: < 30 µg/dL para menores de 2 años, < 40 µg/dL para niños de 2 a 5 años y < 50 µg/dL entre 6 y 10 años (7).

Evaluación nutricional

Para la determinación del estado nutricional se utilizó la evaluación clínica y la evaluación antropométrica. La clasificación del estado nutricional se realizó basándose en el método de combinación de indicadores de dimensión global (peso-edad, talla-edad y peso-talla) utilizando la referencia de la OMS (8) y los indicadores de composición corporal empleando las referencias del Estudio Transversal de Caracas (9) para menores de 1 año y Frisnacho (10), para niños con edad igual o mayor a 1 año.

Evaluación socioeconómica

La situación socioeconómica del grupo familiar de cada niño fue evaluada según el método Graffar modificado por Méndez Castellano (11). Este método mide la pobreza estructural y considera las siguientes variables: profesión del jefe de la familia, nivel educativo de la madre, principal fuente de ingresos y condiciones de alojamiento. Cada variable posee cinco categorías, que toma una puntuación del uno al cinco, por tanto la puntuación total mínima es cuatro y la máxima es de veinte puntos. La ubicación de la familia en el estrato social dependerá de la puntuación total que registre. Los estratos sociales IV y V miden los niveles de pobreza (relativa o crítica).

Evaluación clínica

Ésta se dirigió principalmente a la detección de signos clínicos de deficiencia de vitamina A, en particular las manifestaciones oculares: xerosis conjuntival, manchas de Bitot y xerosis corneal. En todos los niños se registró la presencia y tipo de cuadros infecciosos gastrointestinales (diarrea aguda actual) y respiratorios agudos (catarro común y otitis) en el momento de la evaluación.

A los participantes se les tomó una muestra de heces que se analizaron en fresco para identificar microscópicamente parásitos intestinales con el objetivo en 10X y 40X.

Evaluación dietética

La información de consumo de alimentos en los niños se obtuvo a través de un recordatorio de 24 horas. El recordatorio registró todos los alimentos y bebidas consumidas en el lapso de las últimas 24 horas anteriores a la consulta. La entrevista la realizó un nutricionista estandarizado en la aplicación de la técnica. Se utilizaron modelos de alimentos y medidas prácticas

para mejorar la estimación del tamaño de las raciones (7). La adecuación nutricional del consumo de 24 horas para un nutriente dado se definió como la relación porcentual entre la cantidad del nutriente consumido en un día y los requerimientos individuales para ese nutriente (7). Se consideró consumo adecuado aquel que se ubicaba entre el 85% y el 115% de los requerimientos diarios de calorías, macronutrientes y micronutrientes en cada caso (12), basados en el cálculo del requerimiento individual para calorías y macronutrientes o según los Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana para los requerimientos de micronutrientes (13). La estimación del consumo de nutrientes por día se realizó a partir de los datos de los alimentos consumidos, utilizando un programa de computación desarrollado en el CANIA denominado ARNAC (Alimentación Requerimiento Nutricional Adecuación CANIA), que también permite el cálculo de los requerimientos, así como de la adecuación del consumo. ARNAC está basado primordialmente en los datos de la tabla de composición de alimentos del Instituto Nacional de Nutrición (INN) de Venezuela, actualizada en 1999 (14), complementado con datos de tablas internacionales cuando la información de algún alimento no aparece en la tabla del INN.

Análisis estadístico

Se calculó la media aritmética como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de la dispersión de los valores absolutos de la concentración sanguínea de los micronutrientes y valores hematológicos. El cálculo de la distribución de frecuencia de los valores de concentración por encima o por debajo del punto de corte, permitió estimar la prevalencia de valores bajos de los micronutrientes. Con el fin de estimar la relación del estado nutricional, del sexo o la edad con el estado de vitamina A, los datos se agruparon según tales categorías para el análisis. La homogeneidad de las varianzas se comprobó según la prueba de Levene; luego, las diferencias entre medias fueron determinadas según la prueba *t* de Student ($p < 0,05$). La prueba de Chi cuadrado de Pearson evaluó la asociación entre la categorización del retinol plasmático y anemia (utilizando el punto de corte de normalidad en cada caso) y las variables cualitativas del estudio como estado nutricional, sexo, grupo de edad, enfermedades respiratorias, presencia de parásitos intestinales y situación socioeconómica. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS para Windows versión 8.0.

RESULTADOS

El nivel socioeconómico de las familias de los niños con desnutrición moderada y de las familias de los niños eutróficos fue similar, no se encontraron diferencias significativas en la distribución por estratos. La distribución por estratos de las

familias de los niños desnutridos fue: 10% (III), 38% (IV) y 52% (V); en el caso de los niños eutróficos fue: 4% (III), 40% (IV) y 56% (V). Tampoco se hallaron diferencias significativas en la proporción entre sexos en niños desnutridos y eutróficos. En cambio, el promedio de edad del grupo de niños desnutridos (4,7 años) fue significativamente menor al promedio de edad de los niños eutróficos (5,7 años).

La concentración plasmática promedio de retinol de los niños con desnutrición moderada fue significativamente mayor que en los niños eutróficos (Tabla 1); lo mismo se observó en los niños mayores de seis años de edad ($p < 0,05$). En el grupo de niños menores de seis años no se encontraron diferencias significativas entre desnutridos y eutróficos. Tampoco se encontró diferencia significativa en el porcentaje de prevalencia de deficiencia de vitamina A, evaluado según la concentración de retinol plasmático, entre los niños con desnutrición moderada y los eutróficos (Tabla 2). Sin embargo, la prevalencia de deficiencia de vitamina A fue mayor en los niños desnutridos moderados menores de 6 años que en el grupo de mayor edad, aunque tal diferencia no alcanzó significancia estadística (Tabla 2). No se encontró correlación estadística significativa entre retinol plasmático y la edad, ni se observaron diferencias significativas en la concentración de retinol plasmático entre sexos.

TABLA 1

Concentración promedio de retinol, hemoglobina y hierro en sangre en los niños desnutridos moderados y eutróficos

Variable Bioquímica		Concentración (promedio \pm DE)	
		Desnutridos moderados	Eutróficos
Retinol plasmático ($\mu\text{g/dL}$)	Total	28,6 \pm 6,7 (n=124)*	27,0 \pm 5,2 (n=98)
	< 6 años	28,2 \pm 7,5 (n=76)	27,3 \pm 5,6 (n=51)
	6 a 10 años	29,3 \pm 5,2 (n=48)*	26,7 \pm 4,8 (n=47)
Hemoglobina (g/dL)	< 6 años	10,9 \pm 1,4 (n=76)*	11,8 \pm 0,9 (n=50)
	6 a 10 años	12,2 \pm 0,8 (n=47)	12,3 \pm 0,9 (n=44)
Hierro ($\mu\text{g/dL}$)	< 2 años	39,5 \pm 27,2 (n=33)	41,0 \pm 28,9 (n=6)
	2 a 5 años	68,2 \pm 34,6 (n=43)	69,3 \pm 29,2 (n=43)
	6 a 10 años	71,3 \pm 32,1 (n=48)	71,5 \pm 31 (n=48)

*. Diferente del valor en eutróficos ($p < 0,05$).

Por su parte, la prevalencia de deficiencia de vitamina A según la prueba RDR resultó significativamente mayor en los niños desnutridos que en los eutróficos ($p < 0,05$). Los valores de prevalencia de deficiencia de vitamina A determinados según RDR o según el punto de corte de retinol plasmático, son casi idénticos en los niños desnutridos, no así en los niños eutróficos (Tabla 2).

De las tres pruebas de estimación de estado nutricional de vitamina A utilizadas en el presente trabajo, la prueba de citología de impresión conjuntival (CIC) detectó la mayor prevalencia de deficiencia de vitamina A, alrededor de 25%, sin diferencias entre desnutridos y eutróficos. La mayor prevalencia de deficiencia de vitamina A detectada por la prueba de CIC se observó en los niños menores de 6 años, tanto desnutridos como eutróficos, tales diferencias en la prevalencia de deficiencia de vitamina A entre los grupos de edad fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) (Tabla 2). El número de muestras de CIC ilegibles fue de 23,8% para desnutridos moderados y de 13,5% para eutróficos. La mayoría de las muestras de CIC ilegibles correspondieron a niños menores de 4 años (64,3%).

TABLA 2

Prevalencia de deficiencia de vitamina A según tres indicadores en niños desnutridos moderados y eutróficos

Indicador	Desnutridos moderados			Eutróficos		
	< 6 años	\geq 6 años	Total	< 6 años	\geq 6 años	Total
Vitamina A \leq 20 $\mu\text{g/dL}$ (%)*	14,5	4,2	10,5	9,8	6,4	8,2
RDR > 20% (%)†	10,7	10,4	10,6	3,9	0	2
CIC Anormal (%)‡	41,2**	7,1**	25,8	35,7**	14,6**	25,3

*. Desnutridos: < 6 años: 76 niños, \geq 6 años: 48 niños. Eutróficos: < 6 años: 51 niños, \geq 6 años: 47 niños.

†. Desnutridos: < 6 años: 75 niños, \geq 6 años: 48 niños. Eutróficos: < 6 años: 51 niños, \geq 6 años: 47 niños.

‡. Desnutridos: < 6 años: 51 niños, \geq 6 años: 42 niños. Eutróficos: < 6 años: 42 niños, \geq 6 años: 41 niños.

‡. Diferencia significativa entre los valores en eutróficos y desnutridos ($p < 0,05$).

** Diferencia significativa entre la prevalencia de deficiencia del grupo de edad < 6 años y el grupo \geq 6 años ($p < 0,05$).

No se encontró relación estadísticamente significativa entre el estado nutricional de la vitamina A del niño y el nivel socioeconómico de su familia.

Se encontraron prevalencias de valores bajos de hemoglobina, VCM y porcentaje de saturación de transferrina significativamente mayores en los niños con desnutrición moderada que en los niños eutróficos ($p < 0,05$) (Tabla 3). En particular, la concentración promedio de hemoglobina fue significativamente menor ($p < 0,05$) en los niños desnutridos moderados menores de 6 años que en los niños eutróficos del mismo grupo de edad (Tabla 1). En los niños menores de 2 años el porcentaje con valores bajos de hemoglobina alcanzó 75,8% en desnutridos y 50% en eutróficos, esta diferencia fue significativa ($p < 0,05$).

TABLA 3
Valores bajos de hemoglobina, VCM, porcentaje de saturación de transferrina y hierro en niños desnutridos moderados y eutróficos

Variable bioquímica	Prevalencia (%)	
	Desnutridos moderados	Eutróficos
Hemoglobina (n=123*, n=94†)	34,2‡	19,2
VCM (n=124*, n=92†)	21,1‡	6,4
% Saturación transferrina (n=124*, n=98†)	32,8‡	16,5
Hierro (n=124*, n=93†)	34,7	22,6

*. Desnutridos moderados.

†. Eutróficos.

‡. Diferente significativamente del valor en eutróficos ($p < 0,05$).

De los niños con hemoglobina baja, más del 50% también presentaba valores bajos de hierro (59,5% en desnutridos y 52,9% en eutróficos, sin diferencias significativas entre ambos grupos). En el caso de los niños desnutridos con hemoglobina baja se encontraron porcentajes de valores bajos de VCM y saturación de transferrina superiores al 40% (42,9% y 60%, respectivamente). En cambio, en niños eutróficos la hemoglobina baja asociada con valores bajos de VCM o saturación de transferrina se halló en 16,7% y 35,3% de los casos, respectivamente.

Ninguno de los niños presentaba cuadro diarreico en el momento en que se recabó la información. En cuanto a las enfermedades respiratorias, se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la proporción de niños con enfermedades respiratorias actuales entre desnutridos y eutróficos (desnutridos: 14,5%, n total = 124; eutróficos: 6,1%, n total = 98). Se encontraron valores de retinol plasmático significativamente más bajos en los niños que presentaban infecciones respiratorias en general, en el momento de la revisión clínica, tanto en desnutridos moderados como en eutróficos. De igual forma, hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en la concentración de hemoglobina entre los niños con enfermedades respiratorias y los niños sanos, en ambos grupos, desnutridos y eutróficos.

En el presente trabajo se encontró una mayor proporción de niños desnutridos que niños eutróficos con parasitosis intestinal ($p < 0,05$) (desnutridos: 40%, n total = 65; eutróficos: 21,3%, n total = 47). La concentración sanguínea de hemoglobina de los niños que tenían parásitos intestinales fue prácticamente igual a la de los niños a los que no se les observaron parásitos, tanto en desnutridos como en eutróficos. A pesar de que la concentración plasmática de retinol de los niños que tenían parásitos intestinales fue menor que en los niños a los que no se les observaron parásitos, tanto en

desnutridos como en eutróficos, tales diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Por su parte, la prueba RDR detectó un 7,7% de niños con deficiencia de vitamina A en niños con desnutrición moderada con parasitosis intestinal; en contraste, detectó 20,5% de deficiencia en niños con desnutrición moderada a los que no se les observaron parásitos intestinales. En el caso de los niños eutróficos, el tamaño de muestra fue muy pequeño, especialmente los niños parasitados (sólo 10 niños); de todas formas se detectó un sólo caso de deficiencia de vitamina A y correspondió a un niño al que no se le observaron parásitos intestinales. En ninguno de los casos se hallaron diferencias estadísticamente significativas.

De los niños desnutridos, 10,7% presentaron infestación por más de una especie de parásito. En los niños eutróficos no se observaron casos de infestación por más de una especie de parásito intestinal. Los parásitos más frecuentes observados en el caso de los niños desnutridos fueron *G. lamblia* (20%), *A. lumbricoides* (12,3%) y *B. hominis* (7,7%) y en eutróficos fueron: *G. lamblia* (6,4%) y *A. lumbricoides* (4,3%).

Por último, en cuanto al consumo de calorías y macronutrientes se observó que una elevada proporción de la muestra de niños (desnutridos y eutróficos) tiene adecuaciones por debajo del 85% de sus requerimientos (Tabla 4). En particular, el porcentaje de niños desnutridos con adecuaciones de consumo de calorías y macronutrientes por debajo de 85% es de alrededor de 50% (Tabla 4). En el caso de los niños eutróficos la proporción de niños con adecuaciones de consumo de macronutrientes y calorías por debajo de 85% fue menor que en niños desnutridos, con porcentajes cercanos al 30%, excepción hecha con los lípidos totales (40,7%) (Tabla 4). Sin embargo, tales diferencias en los porcentajes entre desnutridos y eutróficos no fueron significativas.

TABLA 4
Distribución porcentual del grupo de estudio según niveles de adecuación de consumo de calorías, macronutrientes y estado nutricional*

Nutriente	Desnutridos moderados (%) (n= 82)			Eutróficos (%) (n= 91)		
	< 85%	85 - 115%	> 115%	< 85%	85 - 115%	> 115%
Calorías	52,4	30,5	17,1	29,7	45,1	25,3
Lípidos totales	57,3	24,4	18,3	40,7	31,9	27,5
Carbohidratos	53,6	28,1	18,3	28,6	40,7	30,8
Proteínas	47,6	25,6	26,8	30,8	40,7	28,6

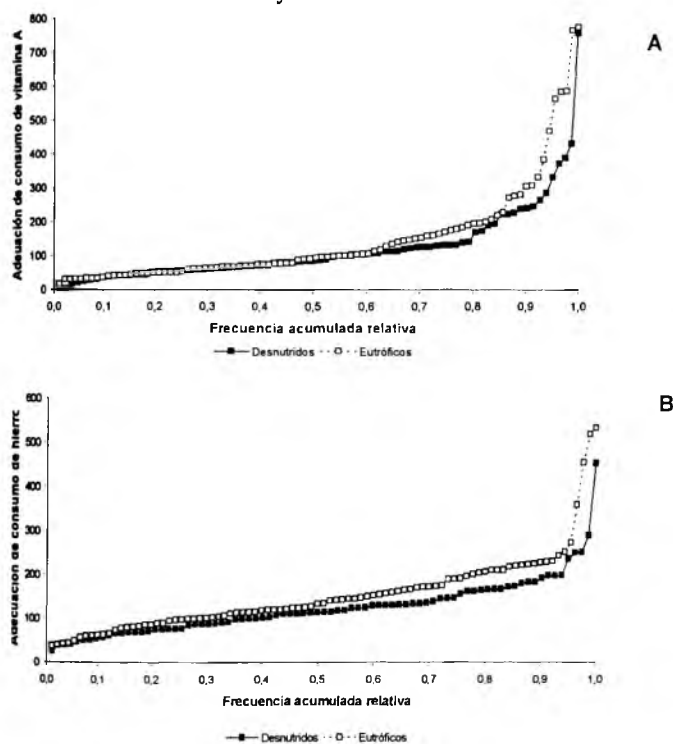
*. La adecuación fue calculada como el porcentaje del requerimiento cubierto por el consumo del nutriente, tomando en cuenta las necesidades, basados en el cálculo del requerimiento individual para calorías y macronutrientes.

Tanto en desnutridos como en eutróficos, 55% presentó adecuaciones de consumo de vitamina A similares en

magnitud y por debajo de 100% (Figura 1 A). En el caso del consumo de hierro, 25% de los niños eutróficos tuvo adecuaciones inferiores a 100%, mientras que aproximadamente 35% de los niños desnutridos presentaron adecuaciones más bajas que 100% (Figura 1 B). En general, el consumo de hierro fue siempre menor en los niños desnutridos que en los niños eutróficos.

FIGURA 1

Frecuencia acumulada relativa de la adecuación de consumo de vitamina A y hierro de niños desnutridos moderados y eutróficos



DISCUSION

La prevalencia de valores bajos de retinol plasmático hallada en este trabajo es muy similar al 15,29% reportado por Brunetto y colaboradores (15) para un grupo de niños sanos de 2 a 6 años de Canaguá, comunidad rural del estado Mérida. De igual manera, en Barquisimeto, Montilva y colaboradores encontraron 14% de deficiencia de vitamina A en niños menores de 7 años (16). Por el contrario, otro grupo de investigadores encontró en la misma comunidad de Canaguá una prevalencia de deficiencia de vitamina A de 25% en 66 niños de edad preescolar (2 a 4 años) (17). Mayor aún fue la prevalencia encontrada en el estudio del impacto del fortalecimiento de las harinas realizado en 1998, aquellos autores hallaron una prevalencia de deficiencia de vitamina A de 60% en niños menores de 3 años de Caracas (18). Por

último, en Valencia (estado Carabobo), dos trabajos han detectado prevalencias de valores bajos de retinol plasmático menores al 1% en la población infantil de comunidades marginales (19, 20).

La prevalencia de deficiencia de vitamina A encontrada en el presente trabajo en niños menores de 6 años, coincide con los resultados de un estudio nacional hondureño. Nestel y colaboradores determinaron una prevalencia de valores bajos de retinol ($<20\mu\text{g/dL}$) de 13,8% en niños entre 12 y 71 meses de edad (21). Prevalencias de deficiencia de vitamina A similares han sido comentadas por Mora y colaboradores para la población general en Colombia (13,6%) y algo mayores en Ecuador para niños de 12 a 59 meses de edad (17,6%) (22). En contraste, en Brasil se reportó una prevalencia de deficiencia elevada (63,1%) en niños menores de 6 años de una zona urbano marginal de Brasilia (23).

La concentración de retinol plasmático es afectada por las infecciones, pues ocurre una reducción en la concentración de proteína de enlace a retinol en respuesta a la inflamación lo que conduce a una disminución de la concentración de retinol plasmático (24). Además, las infecciones pueden reducir el retinol plasmático debido a una disminución del ingreso de vitamina A al organismo por la hiporexia y la malabsorción, concomitante con un incremento en la utilización de retinol, al aumentar el catabolismo y las pérdidas urinarias (24).

En este trabajo la concentración de retinol plasmático de los niños desnutridos y de los niños eutróficos con infecciones respiratorias actuales fue significativamente más baja que en los niños de ambos grupos que no presentaban infecciones actuales. Este resultado contrasta con lo hallado por Muniz-Junqueira y colaboradores, quienes no encontraron diferencias significativas en la concentración de retinol plasmático entre los niños menores de 6 años con infecciones (infecciones de la piel, diarrea, otitis, y otras infecciones del tracto respiratorio superior) y los que no presentaban infecciones, aunque en su trabajo no discriminan el efecto del tipo de infección padecida por los niños sobre la concentración retinol sérico (23).

El menor porcentaje de deficientes detectado con la prueba RDR en desnutridos con parasitosis intestinal que en aquellos sin parásitos, pudo deberse a que la capacidad absorptiva del intestino estaba comprometida en los niños con infestación parasitaria, lo que limitó la absorción de la dosis de palmitato de retinol que se les dio a los niños en la prueba RDR. Infestaciones con *A. lumbricoides* o *G. lamblia* afectan la absorción intestinal, principalmente de grasas y carbohidratos, y pueden causar deficiencia de vitamina A (23). En concordancia con estos resultados estuvieron los valores de retinol más elevados en niños sin parasitosis intestinal.

Kidala y colaboradores (25) hallaron, en niños entre 12 y 71 meses, una concentración de retinol significativamente menor en niños con infestación parasitaria de helmintos que en niños sin parasitosis intestinal. En el mismo sentido, en un

trabajo con niños entre 3 y 6 años con infestación parasitaria de *A. lumbricoides*, se encontró una correlación negativa entre la gravedad de la infestación parasítica (medida por el conteo de huevos de *A. lumbricoides*) y la concentración sérica de retinol (26). Sin embargo, hay trabajos que muestran resultados diferentes: Muniz-Junqueira y colaboradores, no encontraron diferencias significativas en la concentración de retinol plasmático entre niños desnutridos menores de 6 años con infestación parasitaria y sin parasitosis. En ese trabajo el porcentaje de parasitismo intestinal fue casi el doble que el observado en nuestro trabajo (23).

Con respecto a la prueba de CIC se observó una elevada prevalencia de deficiencia de vitamina A detectada en los niños menores de 6 años; no obstante, también se observó una gran proporción de resultados ilegibles en los niños de menor edad, probablemente debido a la aprensión del niño ante la prueba, lo que induce al llanto y a la posible alteración de la calidad de la citología. En los niños mayores de 6 años los valores de prevalencia de deficiencia de vitamina A son muy parecidos a los determinados por los dos métodos bioquímicos y cercanos al 10% aproximado global.

Se ha reportado que las infecciones oculares pueden alterar el resultado de la prueba de CIC (27), sin embargo, en el presente trabajo, a ninguno de los niños se le detectó infección ocular en el momento de la evaluación.

La concordancia en dar el mismo diagnóstico entre los indicadores de estado de vitamina A empleados, fue mayor entre la concentración de retinol plasmático y RDR, que entre estas pruebas y la prueba CIC. En principio esto se explica por la naturaleza misma de las pruebas que en el caso del retinol plasmático y la prueba RDR se basan en una misma metodología de medición del analito (HPLC), mientras que la prueba CIC califica la citología de la conjuntiva y la relaciona a un estado de vitamina A. De igual forma la citología conjuntival no refleja cambios recientes en el estado de vitamina A, a diferencia de los métodos bioquímicos; al respecto se encontró en un trabajo realizado en Senegal con niños desnutridos que sólo 46% de los niños con CIC anormal recuperaban la normalidad citológica a los 2 meses de una suplementación con una elevada dosis de vitamina A (27).

En Canaguá, estado Mérida, Angarita y colaboradores hallaron una prevalencia de anemia en niños de 2 a 6 años menor al 20% (17), muy similar a la observada en el presente trabajo para ese grupo de edad, tanto desnutridos como eutróficos. De igual forma, Del Real y colaboradores encontraron una prevalencia de anemia de 13% en niños de 4 a 6 años (20), un valor ligeramente menor al de la muestra de CANIA en ese rango de edad.

Estas prevalencias de anemia concuerdan con lo reportado en México (de 14,2 % a 22%) en niños sanos de 5 a 11 años de edad (28), pero tanto estos resultados como los del presente trabajo contrastan con la más elevada prevalencia hallada en

Honduras en niños de 12 a 71 meses (30,4%) (21); aunque en este estudio hondureño están incluidos niños menores de 2 años para los que se han reportado consistentemente, en la región, elevadas prevalencias de anemia. Por ejemplo, en 2715 niños de 6 a 12 meses de cinco regiones geográficas diferentes de Brasil, se reportó una prevalencia de anemia de 65,4% (29). En Cuba (30) y México (28), en niños menores de 2 años, se hallaron prevalencias de anemia de 45,7% y 48,9%, respectivamente. Todos esos valores son bastante similares a lo encontrado en el presente trabajo en niños eutróficos menores de 2 años y algo menores a la prevalencia de anemia de los niños desnutridos. La anemia es más frecuente en niños menores de 2 años pues se ha asociado con problemas de deficiencia de hierro debido a varios factores como: carencia nutricional de hierro en las embarazadas, bajo contenido de hierro de la leche materna o destete e introducción temprana de alimentos pobres en hierro.

Al igual a lo observado en el caso de la vitamina A, en el caso de hemoglobina se observó una relación significativa entre las infecciones respiratorias y la concentración sanguínea de esta proteína. Varios estudios han encontrado una asociación significativa entre infecciones y anemia por deficiencia de hierro (31). Al contrario, no se halló asociación significativa entre anemia y presencia de parásitos intestinales, lo que concuerda con los hallazgos de un trabajo realizado en Colombia, con una muestra que incluía escolares sanos (32).

La elevada prevalencia de anemia detectada, en particular en los niños menores de dos años es preocupante debido a que aún una anemia moderada (hemoglobina < 10 g/dL) ha sido asociada con el déficit en el desarrollo mental y motor del niño (33). De igual forma, trabajos recientes han sugerido que el hierro en el cerebro es esencial para la mielinización normal (33); en el presente trabajo más del 50% de los niños anémicos, desnutridos y eutróficos, presentaba también valores bajos de hierro, VCM o saturación de transferrina. Estos datos bioquímicos son fuertes indicios sobre la etiología de esta anemia: probablemente por deficiencia de hierro. Sin embargo, para este estudio no contamos con pruebas confirmatorias como la ferritina sérica.

Vásquez Garibay y colaboradores hallaron, en niños desnutridos menores de 27 meses, que la deficiencia de hierro y la gravedad de la anemia estaban inversamente relacionados con la edad (34). La deficiencia de hierro puede desarrollarse enseguida que se produce un déficit en el consumo de este micronutriente, en cambio, la anemia secundaria a esta deficiencia puede tardar varias semanas, incluso meses, en hacerse patente (35). En este trabajo, el bajo consumo de hierro de los niños desnutridos y eutróficos fue posiblemente la causa principal de la prevalencia elevada de anemia.

Los resultados del presente trabajo señalan que existe una prevalencia moderada de anemia y una prevalencia de leve a moderada de deficiencia de vitamina A en la población

pediátrica estudiada, sin diferencias entre niños desnutridos y eutróficos. El problema de deficiencia de vitamina A puede ser resuelto mediante la educación nutricional de la población que asiste al Centro. La prevalencia de anemia, en cambio, resultó mucho mayor y constituye un problema de elevada importancia pública según los criterios de la OMS (6), por lo que se sugiere el tratamiento a los ya afectados, y que en los centros ambulatorios de la parroquia se cumpla con el programa de suplementación preventiva propuesto por la Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría (36).

Atención especial debe observarse con la población de niños menores de dos años en los que se observó, tanto en desnutridos como en eutróficos, una mayor prevalencia de valores bajos de hemoglobina sanguínea y retinol plasmático.

En general, también se encontró un consumo de vitamina A y hierro muy bajos en esta población infantil lo que constituye el principal factor asociado con las deficiencias detectadas en el grupo de estudio.

AGRADECIMIENTOS

A Laboratorios Roche por la gentil donación del retinil palmitato utilizado en la prueba RDR.

A la Lic. Edihovert Nahr por la evaluación socioeconómica de las familias de los niños.

A las bioanalistas Oswfrany Toro y Magda González por la realización de las pruebas de química sanguínea. A la Sra. Oliva Rico por la toma de las muestras de sangre y a las enfermeras Teresa González, Deisy Ayala y Angela Cisneros por la ayuda en la atención y cuidado de los niños.

Este trabajo fue financiado parcialmente por el Programa del Investigador Novel del CONICIT (actualmente FONACIT), el programa de Fortalecimiento de Centros de Investigación del CONICIT N° F-97000910 y por Empresas Polar.

REFERENCIAS

1. Institute of Medicine. Prevention of micronutrient deficiencies: Tools for policymakers and public health workers. Howson CP, Kennedy ET, Horwitz A, editores. Washington DC: National Academy Press; 1998.
2. Cook, JD, Skikne BS y Baynes RD. Iron deficiency: The global perspective. En: Progress in Iron Research. Hershko et al Eds. New York: Plenum Press; 1994. p. 219-28.
3. Olivares M, Walter T, Hertrampf E y Pizarro F. Anaemia and iron deficiency disease in children. Br Med Bull 1999; 55: 534-43.
4. Flores H, Campos F, Araujo CRC y Underwood BA. Assessment of marginal vitamin A deficiency in Brazilian children using the relative dose response procedure. Am J Clin Nutr 1984; 40: 1281-9.
5. Wittpenn JR, West KP, Keenum D, Farazdaghi M, Humphrey J, Howard GR, et al. ICEPO training manual: assessment of vitamin A status by impression cytology. Baltimore: ICEPO, Dana Center for preventive ophthalmology. The Wilmer Institute and School of Hygiene and Public Health of Johns Hopkins University; 1988.
6. World Health Organization. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention and control. A guide for programme managers. WHO, Ginebra. 2001.
7. Gibson R. Nutritional assessment. A laboratory manual. New York: Oxford University Press; 1993.
8. Organización Mundial de la Salud. Medición del cambio del estado nutricional. OMS, Ginebra. 1983.
9. Méndez Castellano H, López Blanco M, Landaeta-Jiménez M, González Tineo A, Pereira I. Estudio Transversal de Caracas. Arch Venez Puer Ped 1986; 49: 111-55.
10. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. The University of Michigan Press Ann Arbor; 1990.
11. Méndez Castellano H. Estratificación social método Graffar modificado. Arch Venez Puer Ped 1986; 49: 93-104.
12. Mata Meneses E. Validación del método cualitativo para determinar el consumo de alimentos en preescolares. [Tesis de maestría]. Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar; 1985.
13. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Revisión 2000. Marco E, Landaeta M, Meza CR, Bengoa JM y Chávez JF, editores. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Serie Cuadernos Azules N° 53; 2000.
14. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Serie Cuadernos Azules N° 52; 1999.
15. Brunetto MR, Alarcón OM, Dávila E, Contreras Y, Gallignani M, Rondón C, et al. Serum trace elements and fat-soluble vitamins A and E in healthy pre-school children from a venezuelan rural community. J Trace Elements Med Biol 1999; 13: 40-50.
16. Montilva M, Nieto R, Ferrer MA, Pérez M, Durán L, Mendoza MA. Vitamina A en niños menores de 7 años de comunidades suburbanas. Barquisimeto - Venezuela. An Venez Nutr 2001; 14 (1): 15-9.
17. Angarita C, Machado D, Morales G, García G, Arteaga F, Silva T et al. Estado nutricional, antropométrico, bioquímico y clínico en preescolares de la comunidad rural de Canaguá. Estado Mérida. An Venez Nutr 2001; 14(2): 75-85.
18. FUNDACREDESA. Estudio impacto del enriquecimiento de las harinas sobre la población venezolana. Caracas: Ministerio de la Secretaría. FundacredeSA; Agosto, 1998.
19. Páez MC, Solano L, 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: 12-9.
20. Del Real S, Páez M, Solano L y Fajardo Z. Consumo de harina de maíz precocida y su aporte de hierro y vitamina A en preescolares de bajos recursos económicos. Arch Latinoamer Nutr 2002; 52(3): 274-81.
21. Nestel P, Melara A, Rosado J y Mora J. Vitamin A deficiency and anemia among children 12-71 months old in Honduras. Rev Panam Salud Pública 1999; 6(1): 34-43.

22. Mora J, Gueri M y Mora O. Vitamin A deficiency in Latin America and the Caribbean: an overview. *Rev Panam Salud Pública* 1998; 4(3): 178-86.
23. Muniz-Junqueira MI y Oliveira EF. Relationship between protein-energy malnutrition, vitamin A, and parasitoses in children living in Brasilia. *Rev Soc Bras Med Trop* 2002; 35: 133-41.
24. Paracha PI, Jamil A, Northrop-Clewes CA y Thurham DI. Interpretation of vitamin A status in apparently healthy pakistani children by using markers of subclinical infection. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 1164-9.
25. Kidala D, Greiner T y Gebre-Medhin M. Five-year follow-up of a food-based vitamin A intervention in Tanzania. *Pub Health Nutr* 2000; 3: 425-31.
26. Jalal F, Nesheim MC, Agus Z, Sanjur D y Habicht JP. Serum retinol concentrations in children are affected by food sources of β -carotene, fat intake, and anthelmintic drug treatment. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 623-9.
27. Congdon NG y West KP. Physiologic indicators of vitamin A status. *J Nutr* 2002; 132: 2889S-94S.
28. Villalpando S, Shamah-Levy T, Ramírez-Silva C, Mejía-Rodríguez F y Rivera J. Prevalence of anemia in children 1 to 12 years of age. Results from a national probabilistic survey in Mexico. *Salud Pública Mex* 2003; 45 Suppl: 5490-8.
29. Neumann M, Lobo D, Pacheco J, Buongiorno S y Cornbluth S. Fatores de risco para anemia em crianças de 6 a 12 meses no Brasil. *Rev Panam Salud Pública* 2005; 29(2): 128-31.
30. Reboso J, Jiménez S, Rodríguez J, Cabrera A y Sánchez M. Anemia en un grupo de niños de 14 a 57 meses de edad, aparentemente sanos. *Rev Cubana de Salud Pública* 2003; 29(2):128-31.
31. Bhaskaram P. Immunobiology of mild micronutrient deficiencies. *Br J Nutr* 2001; 85 (Suppl 2):S75-S80.
32. Agudelo GM, Cardona OL, Posada M, Montoya MN, Ocampo NE, Marín CM et al. Prevalencia de anemia ferropénica en escolares y adolescentes, Medellín, Colombia, 1999. *Rev Panam Salud Pública* 2003; 13: 276-86.
33. Zlotkin S. Clinical nutrition: 8. The role of nutrition in the prevention of iron deficiency anemia in infants, children and adolescents. *Can Med Assoc J* 2003; 168: 59-63.
34. Vázquez Garibay E, Santos Torres I, Nelson SE, Ziegler EE, Rogers RR, Janghorbani M et al. Iron absorption during recovery from malnutrition. *J Am Coll Nutr* 2001; 20: 286-92.
35. Kohli-Kumar M. Screening for anemia in children: AAP recommendations – A critique. *Pediatrics* 2001; 108: e56. Disponible en <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/content/full/108/3/e56>. Acceso el 22 de septiembre de 2004.
36. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Taller "Alimentación del niño entre 6 – 24 meses". *Arch Venez Puer Ped* 1998; 61(3): 145-8.

Recibido: 04-10-2004

Aceptado: 16-09-2005

Comportamiento de los niveles séricos de zinc durante el embarazo

Nelina Ruíz F., Lesbia Meertens de R., Evelyn Peña, Armando Sánchez, Liseti Solano

Centro de Investigaciones en Nutrición (CEINUT). Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo - Venezuela

RESUMEN. El zinc interviene en el crecimiento y desarrollo, siendo de especial importancia en la gestación. A fin de determinar el comportamiento de los niveles séricos de zinc durante el embarazo asociándolo al estado nutricional antropométrico y consumo dietético, se estudiaron longitudinalmente, entre Marzo 1998 y Diciembre 1999, 108 gestantes en las semanas 12, 22 y 33 de gestación mediante parámetros antropométricos, niveles séricos de zinc y albúmina e ingesta dietaria de calorías, proteínas, zinc y fibra. Se calcularon estadísticos descriptivos y frecuencias y se realizó la prueba de "t" de Student, prueba de los rangos con signos de Wilcoxon, análisis de varianza de un factor y correlación de Pearson. Se observó disminución significativa de los niveles séricos de zinc y de albúmina durante la gestación. Los niveles de zinc sérico en el primer trimestre difirieron significativamente según la adecuación del consumo del oligoelemento. En el segundo trimestre, el zinc sérico difirió significativamente según edad materna y ganancia de peso, mientras que no existieron diferencias significativas de acuerdo a la paridad, índice de masa corporal pregestacional, talla/edad en ninguno de los trimestres. Se confirman cambios en las concentraciones séricas de zinc a lo largo del embarazo, los cuales se explican parcialmente por el descenso de la albúmina sérica. Los niveles gestacionales de zinc sérico no dependen de la paridad o del estado antropométrico nutricional pregestacional.

Palabras clave: Zinc, embarazo, embarazo en adolescencia, embarazo en adultas, zinc sérico, ingesta de zinc.

SUMMARY. Behavior of serum zinc levels during pregnancy. The zinc intervenes in the growth and development, being of vital importance in the pregnancy. In order to determine the behavior of the serum zinc levels during the pregnancy associating it to the anthropometric nutritional status and dietary intake, 108 pregnant were assessed longitudinally, between March 1998 and December 1999, in the 12, 22 and 33 week pregnancy. Anthropometric parameters, serum zinc and albumin, and dietary intake of energy, proteins, zinc and fiber were determined. Descriptive standards and frequencies were calculated and Student's t test, Wilcoxon signed rank test, one-way analysis of variance and Pearson correlation test were made. Significant decrease of the serum zinc and albumin was observed during the gestation. The serum zinc levels in the first trimester differed significantly according to intake of oligoelement. In the second trimester, zinc concentrations differed significantly according to maternal age and weight gain, while no significant differences were found by parity, pregestational body mass index, height-for-age in none of the trimesters. Changes in the serum zinc concentrations are confirmed throughout the pregnancy, these modifications are explained partially by the decrease of serum albumin. Serum levels of zinc during gestation do not depend of parity or pregestational anthropometric nutritional status.

Key words: Zinc, pregnancy, pregnancy in adolescence, pregnancy in adults, serum zinc, zinc intake.

INTRODUCCION

El zinc es un elemento traza necesario para el normal crecimiento y desarrollo del ser humano. Constituye un micronutriente esencial para el crecimiento, división y diferenciación celular, además de intervenir en los procesos inmunes (1,2).

Su importancia dentro de la gestación se ha evidenciado en modelos animales así como en estudios de poblaciones humanas. En estos, la deficiencia materna de zinc severa está asociada a abortos espontáneos y malformaciones congénitas,

mientras que las formas moderadas de tal déficit se relacionan con peso bajo al nacer, retardo de crecimiento intrauterino y complicaciones del parto, todo lo cual conduce al deterioro de la salud perinatal (3).

A pesar de la importancia que reviste un estado deficiente de zinc y su posible alta prevalencia, no se dispone aún de un indicador que permita evaluar en forma exacta el estado de este nutriente en un individuo. Por ahora, la determinación de la concentración de zinc en plasma o suero sigue siendo el índice de laboratorio más frecuentemente utilizado en las valoraciones nutricionales bioquímicas (4).

Aunque el empleo del zinc plasmático como indicador del estado nutricional de zinc durante el embarazo es complicado debido a que su descenso puede ser promovido por el normal aumento del volumen plasmático materno que tiene lugar a lo

Financiamiento: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT-S197002128) y Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH-98-009).

largo de la gestación (5), el estudio del comportamiento de este indicador continúa siendo relevante toda vez que no se cuenta con otro de mayor confiabilidad y/o accesibilidad.

Varios estudios indican un declive de las concentraciones plasmáticas de zinc durante el embarazo normal (6-8). Los factores que pudieran influenciar los cambios de los niveles séricos de zinc en la gestación han recibido poca atención dentro las investigaciones, pero se pueden considerar: la edad de la gestante adolescente o adulta, la paridad o ciclos reproductivos, el estado nutricional antropométrico, así como la adecuación de la ingesta de proteínas, zinc y fibra (9).

Es importante resaltar que muchos estudios han sido efectuados en gestantes con características distintas a las que presentan las mujeres embarazadas de nuestro país. En este sentido se han estudiado mujeres africanas ó afroamericanas (diferencias raciales), mujeres descendientes de mexicanos viviendo en los Estados Unidos y mujeres norteamericanas, lo que establece un contexto diferente en cuanto a rasgos fenotípicos, conductas alimentarias, disponibilidad alimentaria, estrato socioeconómico y nivel educativo. Con base a la revisión bibliográfica realizada, sólo se ha publicado un estudio venezolano sobre las concentraciones séricas de zinc en el embarazo limitado a gestantes eutróficas (10). El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de los niveles séricos de zinc durante el embarazo asociándolo al estado nutricional antropométrico y consumo dietético, en un grupo de gestantes adolescentes y adultas venezolanas.

METODOS

La población objeto de estudio estuvo constituida por todas aquellas gestantes que asistieron a la evaluación nutricional integral efectuada por el Centro de Investigaciones en Nutrición de la Universidad de Carabobo en la Maternidad del Sur "Dr. Armando Arcay", ubicada en la ciudad de Valencia-Venezuela, entre los meses de Marzo de 1998 y Diciembre de 1999. Los criterios de inclusión fueron: edad cronológica igual o mayor a 13 años, embarazo simple, asistencia a la primera evaluación nutricional dentro del primer trimestre del embarazo, ausencia de enfermedad aguda y de antecedentes patológicos de diabetes mellitus, hipertensión arterial o enfermedad renal. Un total de 432 gestantes fueron evaluadas al inicio, pero sólo 108 cumplieron con las tres evaluaciones nutricionales que se realizaron a lo largo del embarazo, integrando estas últimas la muestra final.

Se determinó el estrato socioeconómico al que pertenecía la gestante mediante el Método de Graffar modificado por Méndez Castellano (11). Se realizó historia clínica/gineco-obstétrica, estableciéndose la edad gestacional según fecha de última regla. Se llevó a cabo una evaluación nutricional antropométrica, evaluación bioquímica y de consumo dietario en el primer, segundo y tercer trimestre de embarazo. Para el

grupo estudiado la edad gestacional promedio a la cual se realizaron las evaluaciones señaladas fue de 12, 22 y 33 semanas de gestación.

Se midió el peso y la talla de las gestantes siguiendo los procedimientos descritos por López y Landaeta (12) y se determinó el estado nutricional antropométrico a través de los siguientes indicadores:

- Índice de Masa Pregestacional (IMCp): se calculó utilizando el peso pregestacional obtenido por recordatorio; cuando la gestante no recordó su peso pregestacional se empleó el peso medido en la evaluación del primer trimestre. Para clasificar las gestantes adultas según este indicador se consideraron los criterios del Sub-Comité sobre Estado Nutricional y Ganancia de Peso durante el Embarazo, del Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (13). En el grupo de las adolescentes, se calculó una distribución percentilar del indicador y se consideró en "Bajo Peso" a toda gestante con IMCp en o por debajo del percentil 10 ($IMCp \leq 18,38$) y en "Sobrepeso" a toda gestante con IMCp mayor o igual al percentil 90 ($IMCp \geq 25,21$).
- Talla/Edad (T/E): este indicador se obtuvo empleando la talla determinada en el primer trimestre y se caracterizó según los criterios de Frisancho (14).
- Peso/Talla según edad gestacional, utilizando el Normograma de Rosso (15). Este indicador sólo se aplicó a las gestantes adultas (edad cronológica igual o mayor a 19 años).
- Ganancia de Peso, de acuerdo a las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) según la caracterización del índice de masa corporal pregestacional (13).

La evaluación bioquímica incluyó la determinación de zinc sérico, albúmina sérica y proteína C-reactiva. Previo ayuno de 12 horas se procedió a hacer una extracción de 10 ml de sangre por punción venosa el mismo día de la evaluación antropométrica. Cada muestra se colocó en un tubo de polietileno sin anticoagulante completamente seco, limpio y descontaminado de trazas metálicas (lavado cuidadosamente con solución de ácido nítrico al 5% con agua desionizada). Posteriormente se separó el suero mediante centrifugación y éste fue congelado a $-70^{\circ}C$ hasta el momento de efectuar las determinaciones bioquímicas. El zinc sérico se midió mediante espectrofotometría de absorción atómica empleando un Espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 3100 a una longitud de onda de 213 nm y con llama de aire-acetileno (16).

La albúmina sérica se midió colorimétricamente por reacción con Bromo CresolsulfonFtaléina (Wiener). La

proteína C-reactiva, como reactante de fase aguda inespecífico que aparece en infecciones y agresiones hísticas con inflamación (17), fue determinada con el propósito de conocer el estado infeccioso-inflamatorio de la gestante ya que el zinc sérico sufre redistribución hacia los tejidos en estos casos (18). Se cuantificó mediante ensayo de inmunoprecipitación de fase líquida con detección nefelométrica de punto final (Orion Diagnostica).

Se definió hipozincemia en el primer trimestre cuando el valor de zinc sérico se encontró por debajo de 56 µg/dl y por debajo de 50 µg/dl para el segundo y tercer trimestre (19). Se definió hipoalbuminemia con base en los criterios de Gibson (18) y se consideró como positivo cualquier valor de proteína C-reactiva mayor de 20 mg/l (20).

El consumo dietético de calorías, proteínas, zinc y fibra fue determinado mediante dos recordatorios dietarios de 24 horas, aplicados en días no consecutivos, uno el día de la evaluación global de cada trimestre y el otro una semana después de dicha evaluación; realizándose un número total de seis recordatorios por embarazada. Se calculó el consumo promedio diario de los nutrientes, empleando el programa Food Processor II, ESHA Research, 1988 y el EPI INFO versión 5, 1990, del Center for Disease Control y de la OMS, ampliados con datos de la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela (21). Para proteínas y zinc se obtuvo el consumo promedio según origen (animal y vegetal). Se calcularon los porcentajes de adecuación del consumo considerando la Ingesta Dietética Recomendada ó RDA (22). La adecuación del consumo de calorías, proteínas y fibra se clasificó de la siguiente manera: baja o deficiente cuando fue menor de 75% de la RDA; aceptable cuando la adecuación dietética se encontró entre 75 y 110% del RDA; y en exceso mayor de 110% del RDA (18). La ingesta total de zinc se consideró adecuada cuando fue igual o mayor de 2/3 de la RDA (18), de tal forma que la adecuación de la ingesta total de zinc se estimó deficiente cuando se ubicó por debajo de 66,6 % del RDA.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 7.5. Los datos fueron revisados para conocer si se distribuyeron en forma normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se estableció la homogeneidad de las varianzas a través de la prueba de Levene. Se calcularon estadísticos descriptivos de tendencia central y de dispersión y frecuencias absolutas y relativas. Se empleó prueba de t-student pareada, análisis de varianza de un factor y como pruebas posthoc la prueba de Bonferroni y la prueba de la diferencia menos significativa. Para comparar las medias de variables que no siguieron la distribución normal se utilizó la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson y de Spearman según el caso, y se aplicó correlación parcial para controlar el efecto de la albúmina sérica cuando se encontró asociado significativamente el zinc sérico a otra variable. Se consideró un nivel de significación de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La edad promedio de las gestantes fue de $19,7 \pm 5,2$ años, 57% (n= 62) de las gestantes eran adolescentes y 66% (n= 71) nulíparas. El 75% (n= 81) de las mujeres pertenecieron al estrato socioeconómico IV (pobreza crítica).

Según el IMCp el 35,2% de las gestantes iniciaron el embarazo con peso bajo mientras que según el indicador talla/edad el 16,7% mostró talla baja. En la distribución de las gestantes adultas de acuerdo a peso/talla según edad gestacional (Rosso) se apreció que para el primer trimestre el 50% de dichas gestantes presentó peso bajo, 5% sobrepeso y 15% obesidad. En el segundo trimestre, un 43,5% continuó con peso bajo, aumentó el porcentaje de sobrepeso a 10,9% y el porcentaje de obesidad fue de 15,2%. Para el tercer trimestre, un 45,7% de las gestantes adultas presentaron peso bajo, 6,5% se mantuvo con sobrepeso y el porcentaje con obesidad no cambió. En el 71,3% de las mujeres estudiadas, la ganancia de peso alcanzada entre las semanas de gestación 12 y 33 fue deficiente. La ganancia de peso se asoció significativamente al IMCp ($r = 0,263$; $p < 0,01$) (datos no mostrados en tablas).

El consumo promedio de los nutrientes estudiados se muestra en la Tabla 1. La ingesta calórica se incrementó significativamente entre el primer y el segundo trimestre ($t = -5,677$; $p < 0,01$) y, entre el primer y el tercer trimestre ($t = -4,716$; $p < 0,01$), pero no existieron cambios entre el segundo y el tercer trimestre ($t = 1,033$; $p > 0,05$). El consumo de proteínas se elevó significativamente en el segundo trimestre ($t = -3,885$; $p < 0,01$) mientras que en el último trimestre no experimentó variaciones significativas en relación al segundo trimestre ($t = -0,121$; $p > 0,05$) pero sí con respecto al primero ($t = -3,876$; $p < 0,01$). El consumo de proteínas de origen animal siempre fue superior al de origen vegetal ya que el primero representó en promedio el 53% de la ingesta proteica total (Tabla 1).

En el primer trimestre la ingesta dietaria de zinc fue de $8,9 \pm 3,0$ mg/d, ésta se elevó significativamente a $10,7 \pm 3,6$ mg/d en el segundo ($t = -4,666$; $p < 0,01$) y a $10,5 \pm 3,4$ mg/d en el tercero ($t = -4,010$; $p < 0,01$), no existiendo diferencias significativas entre los dos últimos trimestres (Tabla 1). En el primer trimestre el porcentaje de mujeres con adecuación deficiente de zinc fue de 40,7%, en el segundo trimestre fue de 27,8% y en tercer trimestre de 26,9%. El estudio del consumo de zinc según la fuente de origen reveló que en todos los casos el zinc de fuente vegetal contribuyó en mayor proporción (60%) a la ingesta total de zinc (Tabla 1). Por su parte, la ingesta dietaria de fibra sólo mostró cambios significativos entre el primer trimestre y el segundo trimestre ($t = -1,988$; $p < 0,05$) (Tabla 1).

TABLA 1

Ingesta dietaria y adecuación promedio de calorías, proteínas, zinc y fibra en los tres trimestres del embarazo*

Nutrientes	Trimestres		
	I	II	III
Calorías			
Ingesta (kcal/d)	1605,9±413,1 ^{bt,ct}	1878,3±453,3 ^{at}	1833,8±424,7 ^{at}
% Adecuación	79,1±21,7	78,2±20,1	74,3±18,6
Proteínas totales			
Ingesta (g/d)	56,8±17,0 ^{bt,ct}	64,6±17,4 ^{at}	64,9±16,9 ^{at}
% Adecuación	136,9±46,7	107,6±29,1	107,6±28,6
Proteínas animales			
Ingesta (g/d)	30,2±12,9 ^{ct}	33,5±14,2	35,7±13,8 ^{at}
Proteínas vegetales			
Ingesta (g/d)	26,7±11,0 ^{bt,ct}	31,1±11,7 ^{at}	29,2±9,4 ^{at}
Zinc total			
Ingesta (mg/d)	8,9±3,0 ^{bt,ct}	10,7±3,6 ^{at}	10,5±3,4 ^{at}
% Adecuación	73,1±25,0	88,3±30,6	86,5±28,0
Zinc animal			
Ingesta (mg/d)	3,6±1,8 ^{bt,ct}	4,3±2,5 ^{at}	4,2±2,1 ^{at}
Zinc vegetal			
Ingesta (mg/d)	5,3±2,3 ^{bt,ct}	6,4±2,9 ^{at}	6,3±2,6 ^{at}
Fibra			
Ingesta (g/d)	11,8±5,0 ^{bt}	13,2±5,8 ^{at}	12,0±4,5
% Adecuación	28,9±13,0	27,4±12,5	24,4±9,4

* n=108; x ± SD.

† p<0,01; t-student pareada.

‡ p<0,05; t-student pareada.

Significativamente diferente a) primer trimestre;

b) segundo trimestre;

c) tercer trimestre

Los valores promedios de las concentraciones sericas de zinc fueron de 79,0±11,7 µg/dl, 67,8±11,7 µg/dl y 64,2±12,0 µg/dl para el primero, segundo y tercer trimestre respectivamente. Se evidenció un descenso significativo de la concentración del zinc entre el primer y segundo trimestre (t=8,924; p<0,01), el segundo y tercer trimestre (t=2,954; p<0,01) y entre el primer y tercer trimestre (t=10,271; p<0,01). De la misma manera, ocurrió una disminución significativa de la albúmina sérica entre el primer y segundo trimestre (Z=6,448; p<0,01) y, entre el primer y tercer trimestre (Z=6,367; p<0,01), mientras que entre el segundo y tercer trimestre permaneció sin cambios (Z=0,356; p<0,05). En ningún trimestre se observaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles séricos de zinc de las gestantes según concentraciones normales o anormales de proteína C-reactiva por lo que todas las embarazadas se incluyeron en este análisis.

En el primer trimestre 1,9% de las gestantes presentaron hipozincemia y 50,9% hipoalbuminemia. Para el segundo trimestre el porcentaje de hipozincemia y de hipoalbuminemia fue de 7,4% y de 35,2% respectivamente, mientras que para el tercer trimestre el porcentaje de hipozincemia fue de 12% y el de hipoalbuminemia fue de 36,1%.

TABLA 2

Niveles promedio del zinc sérico en los tres trimestres del embarazo según edad y paridad de las gestantes

Parámetro	Zinc (µg/dl)*		
	I	II	III
Edad (n=108)			
13 a < 19 años (n=62)	79,5±11,0 ^a	68,3±11,9 ^{ab}	63,4±11,2 ^a
19 a < 25 años (n=28)	76,5±10,3 ^a	70,4±9,5 ^a	67,9±10,6 ^a
25- + años (n=18)	81,1±15,8 ^a	61,7±12,8 ^b	60,9±15,3 ^a
Paridad (n=108)			
Nulíparas (n=71)	78,1±12,3 ^a	67,4±11,9 ^a	63,2±11,8 ^a
Primíparas (n=25)	79,2±10,2 ^a	69,8±11,8 ^a	66,8±10,0 ^a
Múltíparas (n=12)	79,4±12,1 ^a	65,8±11,2 ^a	64,8±16,1 ^a

* x±DS.

ANOVA de un factor y test de Bonferroni. Letras diferentes indican promedios diferentes; p<0,05.

Los valores del zinc sérico según la edad y paridad de las gestantes se pueden apreciar en la Tabla 3. En el segundo trimestre, el nivel de zinc sérico de las gestantes con 25 ó más años de edad fue significativamente más bajo que en aquellas con edades comprendidas entre 19 y menos de 25 años (F=3,298; p<0,05), no existiendo diferencias significativas entre los grupos en los otros dos trimestres del embarazo. No se encontraron diferencias significativas para el zinc sérico según paridad a lo largo del todo el embarazo.

Las concentraciones del zinc sérico no variaron de acuerdo al IMCp o la talla/edad, mientras que con relación al indicador peso/talla según edad gestacional se observó una tendencia a que las gestantes con sobrepeso y obesidad presentaran valores más bajos de zinc sérico en el segundo (F=3,018; p=0,059) y tercer trimestre (F=2,692; p=0,079) (Tabla 3). En el segundo trimestre de embarazo los niveles de zinc sérico difirieron según la ganancia de peso alcanzada hasta el tercer trimestre, presentando las gestantes con ganancia de peso deficiente niveles significativamente superiores a los encontrados en aquellas que ganaron peso en forma adecuada (F=3,228; p<0,05) (Tabla 3).

En la Tabla 4 se muestran los niveles del zinc sérico de acuerdo a la adecuación del consumo dietético de calorías, proteínas y zinc. En el primer trimestre las gestantes con adecuación deficiente de zinc presentaron niveles de zinc sérico significativamente inferiores a los encontrados en gestantes con adecuación aceptable de zinc (t=-2,795; p<0,01). En ningún trimestre los niveles de zinc sérico difirieron significativamente según la adecuación de calorías y proteínas.

TABLA 3
Niveles promedio del zinc sérico en los tres trimestres del embarazo según indicadores del estado nutricional antropométrico y ganancia de peso

Indicadores Antropométricos	Zinc (µg/dl)*		
	I	II	III
IMCp (n=108)			
Peso Bajo (n=22)	81,6±10,3 ^a	70,8±8,6 ^a	67,6±11,8 ^a
Normal (n= 72)	78,6±11,4 ^a	67,1±12,8 ^a	63,6±12,4 ^a
Sobrepeso/Obesidad (n= 14)	76,6±15,4 ^a	66,2±9,9 ^a	61,9±9,4 ^a
Talla/edad (n=108)			
Talla baja (n=18)	83,2±14,5 ^a	67,1±9,8 ^a	62,5±12,2 ^a
Bajo la norma (n=12)	82,1±13,7 ^a	72,7±13,9 ^a	67,3±14,7 ^a
Talla normal (n=78)	77,5±10,4 ^a	67,2±11,8 ^a	64,1±11,5 ^a
Peso/talla (n=46)			
Peso bajo	79,2±11,5 ^a (20)	71,6± 9,3 ^a (20)	68,0±12,6 ^a (21)
Normal	77,2±12,2 ^a (12)	63,9±11,8 ^a (14)	66,5± 11,2 ^a (15)
Sobrepeso/Obesidad	77,1± 17,8 ^a (8)	63,0±12,9 ^a (12)	57,2± 13,9 ^a (10)
Ganancia de peso† (n=108)			
Deficiente (n=77)	79,8±11,7 ^a	69,5±11,8 ^a	64,8±11,9 ^a
Adecuada (n=22)	76,0±12,3 ^a	63,0±11,2 ^b	60,3±11,3 ^a
Excesiva (n=9)	79,3±10,1 ^a	64,3±9,1 ^{ab}	67,3±13,3 ^a

* x±DS.

† Ganancia de peso alcanzada hasta el tercer trimestre.

ANOVA de un factor y test de la menor diferencia significativa. Letras diferentes indican promedios diferentes entre categorías; p<0,05.

Entre paréntesis número de gestantes en cada categoría.

IMCp, índice de masa corporal pregestacional.

TABLA 4
Niveles promedio del zinc sérico en los tres trimestres del embarazo según adecuación dietética

Adecuación de los Nutrientes	Zinc (µg/dl)*		
	I	II	III†
Calorías†			
Deficiente	80,0±12,0 ^a (45)	68,5±11,8 ^a (50)	64,0±11,6 ^a (53)
Aceptable	78,5±11,2 ^a (56)	67,0±12,0 ^a (55)	64,3±12,6 ^a (53)
Excesiva	76,7±15,1 ^a (7)	68,7±6,0 ^a (3)	65,0±7,1 ^a (3)
Proteínas†			
Deficiente	85,3±17,3 ^a (9)	66,4±12,3 ^a (14)	62,9±10,9 ^a (16)
Aceptable	76,6±11,3 ^a (28)	68,9±11,9 ^a (51)	64,8±12,6 ^a (44)
Excesiva	79,1±10,9 ^a (71)	66,9± 11,6 ^a (43)	64,0±12,0 ^a (48)
Zinc			
Deficiente	75,3±9,5 ^{aa} (44)	71,1±11,4 ^{aa} (30)	64,3±10,4 ^{aa} (29)
Aceptable	81,5±12,4 ^{ba} (64)	66,4±11,7 ^{ba} (78)	64,1±12,5 ^{ba} (79)

* x±DS.

† ANOVA de un factor.

‡ p<0,01; t-student.

Letras diferentes indican promedios diferentes entre categorías.

Entre paréntesis número de gestantes en cada categoría.

No se incluyen los niveles de zinc sérico según adecuación de fibra debido a que en los tres trimestres la misma fue deficiente en todas las gestantes estudiadas.

Como se esperaba, en el primer trimestre del embarazo el nivel de zinc sérico correlacionó positivamente con el nivel de su principal transportador en plasma, la albúmina sérica (r= 0,399; p<0,01). También se observó una tendencia de asociación negativa entre el zinc sérico y el peso del primer trimestre (r= -0,178; p=0,065) que luego de controlar el efecto del nivel de albúmina sérica llegó a ser significativa (r= -0,194; p<0,05). En el segundo trimestre del embarazo, se observó una asociación positiva entre el zinc sérico y la albúmina sérica (r= 0,252; p<0,01), así mismo el zinc sérico estuvo inversamente correlacionado con el peso de la gestante (r= -0,250; p<0,01) y con la ganancia de peso alcanzada entre las semanas de gestación 12 y 23 (r= -0,213; p<0,05). Al controlar el efecto del nivel de albúmina sérica, se mantuvieron las asociaciones negativas entre el zinc sérico y el peso de la gestante (r= -0,254; p<0,01) y entre el zinc sérico y la ganancia de peso alcanzada hasta el segundo trimestre (r= -0,224; p<0,05). Durante el tercer trimestre del embarazo, el zinc sérico estuvo asociado positivamente a la albúmina sérica (r= 0,418; p<0,01). No se observaron asociaciones significativas entre la zincemia y los indicadores antropométricos en ningún trimestre. A lo largo del embarazo el consumo de calorías y proteínas no se asoció a las concentraciones de zinc perico.

Sólo durante el primer trimestre el zinc sérico se encontró positivamente asociado a la adecuación del consumo del oligoelemento ($r= 0,271$; $p<0,01$). En el tercer trimestre el zinc sérico y la ingesta dietaria de fibra se asociaron inversamente ($r= -0,193$; $p<0,05$). En ninguno de los trimestres existió correlación entre los niveles séricos de zinc y los de proteína C-reactiva.

Para todos los trimestres, se encontró correlación positiva y significativa entre la ingesta total de zinc y la ingesta de energía, de proteínas (totales, animales y vegetales) y fibra. El consumo de zinc de origen animal se encontró significativamente asociado al consumo energético y al de proteínas (totales y animales); mientras que la ingesta de zinc vegetal se relacionó positivamente con el consumo de calorías, proteínas (totales y vegetales) y fibra. Los coeficientes de correlación oscilaron entre 0,382 y 0,718 con $p<0,01$.

DISCUSION

En este estudio se observó una disminución significativa de las concentraciones séricas de zinc durante la gestación, que se asoció positivamente a la concentración de albúmina sérica. Así mismo los niveles séricos de zinc a lo largo del embarazo no se asociaron al estado nutricional pregestacional.

La ingesta dietética de los nutrientes estudiados cambió significativamente entre el primer y segundo trimestre y permaneció estable entre el segundo y tercer trimestre. Estas variaciones podrían obedecer al hecho de que en el segundo trimestre desaparecen manifestaciones propias de las primeras semanas de embarazo, como son las náuseas y vómitos, las cuales condicionan una reducción del consumo de alimentos (23). También posiblemente las mujeres estudiadas desarrollaron ciertos cambios conductuales en su alimentación al encontrarse participando en un proyecto de evaluación nutricional integral. Resulta difícil comparar los datos propios con los obtenidos por otros autores por cuanto existe escasez de datos sobre el consumo dietario en el primer trimestre ya que frecuentemente la mujer no recibe los cuidados prenatales en tal período (13). Rached y otros (10) al estudiar 51 gestantes venezolanas eutróficas de estrato socioeconómico bajo reportaron una ingesta de zinc más baja ($7,7\pm 3,4$ mg/d) que la encontrada en el presente estudio para el primer trimestre de gestación. En trabajos que han evaluado la ingesta de gestantes africanas, mexicanas, egipcias y norteamericanas, no se han registrado aumentos significativos de la ingesta de los nutrientes estudiados entre los dos últimos trimestres, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en este estudio (7, 24-26).

El consumo de nutrientes en las gestantes de este estudio se ubicó en un nivel intermedio entre lo reportado en gestantes norteamericanas (26, 27) y lo observado en gestantes de un país africano como Malawi (7). Las gestantes norteamericanas, africanas y venezolanas aquí estudiadas presentan en

común un consumo promedio de zinc que no alcanza la RDA actual a pesar de que se diferencian por su ingesta calórica, proteica y de fibra. Esto coincide con una revisión de 27 estudios de varias partes de mundo que realizaron Tamura y Goldenberg (28) en la cual se encontró que la ingesta dietaria media de zinc en gestantes no vegetarianas es de aproximadamente 10,0 mg/d. En el presente estudio el porcentaje de mujeres con adecuación deficiente de zinc durante los dos últimos trimestres no alcanza las cifras elevadas que se han observado en gestantes nepalíes (61%) (29), gestantes egipcias (70%) (25) ó en gestantes peruanas (84%) (30). El bajo consumo de zinc en las mujeres estudiadas se debe a que usualmente sus dietas no incluyen las fuentes más ricas del oligoelemento, tales como carnes rojas y mariscos, lo cual obedece a su bajo poder adquisitivo dado el estrato socioeconómico al cual pertenecían.

En las gestantes estudiadas el consumo de proteínas animales durante los tres trimestres fue superior al de origen vegetal mientras que el zinc de origen vegetal contribuyó en mayor proporción a la ingesta total de zinc, esto último se debió al alto consumo de alimentos vegetales como la arepa, pasta y leguminosas (caraotas negras). Cantidades relativamente pequeñas de proteína animal pueden mejorar sustancialmente la biodisponibilidad del zinc a partir de fuentes vegetales (31), esto permite sugerir que aunque las mujeres estudiadas consumieron predominantemente zinc de baja biodisponibilidad por ser de origen vegetal la absorción de dicho oligoelemento pudo estar favorecida por la presencia de proteínas animales, lo cual puede explicar que las concentraciones promedio de zinc durante el embarazo se mantuvieron por encima de los valores que definen hipozincemia. Fung y otros (27) han observado un aumento del 19%, aunque no significativo, de la absorción fraccional de zinc a las 34-36 semanas de gestación en relación a la preconcepción, mientras que Donangelo y otros (32) evidenciaron en gestantes con ingestas marginales de zinc un incremento significativo de la absorción del 14% en las semanas 34-36 de embarazo con respecto a las semanas 10-12.

El embarazo es un estado fisiológico anabólico muy dinámico, esto se refleja en las modificaciones que sufren los niveles sanguíneos y urinarios de los nutrientes durante esta etapa. En la presente investigación se observó que los niveles séricos de zinc disminuyeron progresivamente con el avance del embarazo. Esta tendencia también ha sido reportada por numerosos estudios de diseño transversal o longitudinal en gestantes de diferentes regiones del mundo (6-8, 32-37). Rached y otros (10) reportaron en mujeres venezolanas concentraciones séricas de zinc superiores a las encontradas en la presente investigación en el primer y tercer trimestre. Zimmerman y otros (33), por su parte, han evidenciado en gestantes norteamericanas bien nutridas y de recursos económicos medios cifras muy semejantes a las observadas en este

estudio. Así mismo, como podría esperarse, las cifras halladas en la muestra estudiada son más elevadas que las observadas en gestantes Malawi en las semanas 24 y 33 de embarazo (7), lo cual puede relacionarse a la ingesta dietética tan deficitaria que presentan las gestantes africanas. También los valores de zinc sérico observados en esta investigación son superiores a los demostrados en gestantes peruanas por Caulfield y otros (34).

Durante el embarazo se produce un aumento del volumen plasmático materno (5,38). Dicha hemodilución reduce la concentración de la albúmina, principal proteína transportadora del zinc en el plasma, lo cual a su vez puede explicar la disminución observada en las concentraciones séricas de zinc durante el embarazo. Sin embargo, en esta investigación la disminución de la albúmina no explicó por completo el descenso observado del zinc sérico en el transcurso de la gestación ya que el zinc sérico se redujo en un 19% mientras que la albúmina sérica sólo disminuyó en un 10%. Así mismo existió una disminución en el zinc sérico entre el segundo y tercer trimestre que no fue paralela al comportamiento de la albúmina sérica ya que esta última no mostró cambios significativos entre los dos últimos trimestres. Por su parte, el cálculo de r^2 indicó que sólo el 17% de la variabilidad del zinc sérico puede ser atribuida al nivel de albúmina sérica durante el embarazo.

Entre otros factores que pudieran intervenir para provocar cambios en las concentraciones séricas de zinc durante la gestación se pueden mencionar el incremento de los niveles de estrógenos que se produce en el embarazo (39) y la redistribución del zinc plasmático hacia los glóbulos rojos por incremento de la anhidrasa carbónica eritrocitaria (40), enzima que contiene zinc. De manera similar los procesos infecciosos disminuyen las concentraciones de zinc al provocar una redistribución de éste desde el plasma hacia otros tejidos en respuesta a un requerimiento metabólico (41). La zincemia de las gestantes estudiadas no se encontró correlacionada con el nivel de proteína C-reactiva en ninguno de los tres trimestres al igual que en el estudio de Huddle y otros (7) por lo que es poco probable que los procesos infecciosos fuesen la causa de la constante disminución de los niveles de zinc sérico a lo largo del embarazo. Por su parte, la suplementación con hierro y folato que las gestantes sostuvieron también pudo contribuir al descenso de los niveles séricos durante el embarazo debido al efecto negativo que se ha asociado a estos dos nutrientes sobre el estado del zinc (42,43), no obstante, este aspecto no fue abordado por esta investigación.

Para el descenso del zinc sérico durante el tercer trimestre, el cual no fue acompañado por una declinación paralela de la albúmina sérica, se pueden considerar específicamente otras dos posibles causas. La primera de ellas está relacionada con la indudable transferencia de nutrientes entre madre y feto que ocurre en el último período de la gestación en res-

puesta no sólo al crecimiento fetal sino también para garantizar un buen nivel de los mismos en el momento del nacimiento, lo cual ha sido evidenciado por Wasowicz y otros (43) y por Zapata y otros (44). La segunda causa estaría relacionada con un verdadero deterioro de estado del zinc durante el tercer trimestre debido a que en promedio las gestantes estudiadas no alcanzaron a lo largo de la gestación la RDA recomendada.

La edad de la gestante podría influenciar el zinc sérico durante el embarazo dado que especialmente las adolescentes (edad entre 13 y menos de 19 años) se enfrentan no sólo a los altos requerimientos nutricionales que impone el crecimiento del feto sino a aquellos provenientes de su propio desarrollo corporal. En este estudio no se encontró ninguna asociación entre el zinc sérico y la edad en los tres trimestres del embarazo, esto coincide con lo encontrado por Martín-Lagos y otros (46) en 38 gestantes españolas. Al realizar un análisis de varianza de los niveles del zinc sérico en tres grupos de edades, se encontró que el nivel promedio del zinc sérico del segundo trimestre en las gestantes con 25 años o más edad fue significativamente menor al mostrado por las gestantes con edades entre 19 y menos de 25 años. Se ha reportado que tanto en varones como en hembras, el zinc sérico alcanza un pico máximo en la adolescencia y adultez temprana y declinan a medida que avanza la edad (18).

En forma análoga a lo que sucede con el hierro, se pensó que una alta paridad podría influenciar las modificaciones del zinc sérico en la gestación. Vir y otros (47) y Gibson y Huddle (48) han encontrado una relación inversa entre las concentraciones séricas de zinc y la paridad, sin embargo, en la presente investigación no fue posible evidenciar tal asociación. Probablemente esto se debió a que no existió dentro de la muestra estudiada un número de gestantes multíparas que asegurara la detección de diferencias significativas.

La información sobre la asociación del estado nutricional antropométrico de la gestante con las concentraciones de zinc sérico a lo largo del embarazo es escasa y a la vez no coincidente. Neggers y otros (9) observaron que gestantes cuyo peso corporal pregestacional estuvo por encima de 69,9 kg presentaron en los tres trimestres concentraciones medias de zinc más bajas con respecto a las gestantes que tenían un peso menor o igual al señalado. Por su parte, Islam y otros (49) encontraron que las concentraciones de zinc al momento del parto no dependían del IMCp en gestantes de la India. Los hallazgos de esta investigación coinciden con los de estos últimos autores ya que no se demostraron diferencias en el zinc sérico según el IMCp en ningún trimestre. No existen razones aparentes para la inconsistencia de resultados entre diversos estudios pero debe tomarse en cuenta que el zinc sérico es por naturaleza un indicador débil sujeto a muchas interferencias y en este caso se trató de relacionar las cifras de zincemia a lo largo de un período de grandes cambios fisioló-

gicos como es el embarazo con un indicador del estado nutricional antropométrico anterior al embarazo.

Durante el segundo y tercer trimestre, las gestantes adultas que se clasificaron como obesas o con sobrepeso, según el indicador peso/talla de acuerdo a edad gestacional, presentaron niveles de zinc sérico que tendieron a ser inferiores (aunque no en forma significativa) con respecto a los encontrados en las gestantes con peso bajo. Goldenberg y otros (50) han reportado que 50% de las mujeres embarazadas con niveles bajos de zinc tienen un índice de masa corporal mayor de 26 kg/m² (sobrepeso) a las 19 semanas de gestación. Mas recientemente, Tamura y otros (51) han extendido estos hallazgos al estudiar gestantes de 10 semanas de gestación, observando que las gestantes que presentan las concentraciones más bajas de zinc corresponden a aquellas que tienen los IMC más elevados. La asociación entre obesidad y bajas concentraciones de zinc ha sido demostrada tanto en niños (52) como en individuos adultos (53). El bajo número de gestantes que se encontraron en sobrepeso y obesidad tanto al inicio como al final del embarazo probablemente no hizo posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en el presente estudio.

El zinc sérico del segundo trimestre tomó un valor promedio significativamente más elevado en las gestantes con ganancia deficiente de peso en comparación con las gestantes que ganaron peso de manera adecuada. Pfeffer y otros (54) al estudiar 82 gestantes mexicanas no asociaron las concentraciones de zinc con el patrón de ganancia de peso. Se desconocen las causas que justifican la observación del hallazgo sólo en el segundo trimestre. Sin embargo, el mismo podría explicarse en términos de la hemodilución que se inicia en dicho periodo ya que se ha demostrado que las gestantes desnutridas presentan volúmenes plasmáticos inferiores a los encontrados en mujeres embarazadas con peso normal (55). No obstante, esta explicación no es del todo satisfactoria debido a que la asociación negativa entre zinc sérico y ganancia de peso se mantuvo aún controlando el efecto del nivel sérico de albúmina. Se necesitan otras investigaciones que aclaren este aspecto.

En el primer trimestre los niveles séricos de zinc difirieron significativamente entre las gestantes con adecuación del consumo de zinc deficiente y las gestantes con adecuación aceptable. Probablemente esta diferencia sólo se observó en el primer trimestre debido a que otros factores que afectan las concentraciones séricas de zinc, tales como la hipoalbuminemia y la hemodilución, aun no están presentes en el embarazo temprano. En ausencia de dichos factores es posible que el zinc sérico en el primer trimestre refleje la relación entre lo consumido por la mujer y la ingesta recomendada antes de iniciar el embarazo. La asociación entre zinc sérico e ingesta de zinc durante la gestación es controversial puesto que en gestantes egipcias (25) y españolas (56) se ha evidenciado la misma, mientras que en trabajos con gestantes nortea-

americanas (6) y afroamericanas (57) no se ha demostrado.

En conclusión el presente estudio confirma los cambios en las concentraciones séricas de zinc que otros autores han observado durante el embarazo, existiendo una sustancial y progresiva declinación de las mismas. Dicha disminución fue sólo parcialmente explicada por el descenso de los niveles de albúmina sérica. Los niveles gestacionales de zinc sérico no dependen de la paridad o el estado nutricional pregestacional. El significado de la asociación entre el zinc sérico del segundo trimestre y la ganancia de peso debe ser evaluado en futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

A todas las gestantes que con gran espíritu de colaboración se sometieron a todas las evaluaciones nutricionales pautadas en el proyecto de investigación. A todo el personal del Centro de Investigaciones en Nutrición-UC (CEINUT), particularmente a la Lic. Emma Velázquez y a la Lic. María Peña por su valiosa cooperación en el desarrollo de los análisis bioquímicos y dietéticos realizados. Al Prof. Jesús Urbina por su asesoría tanto en los aspectos metodológicos como en el análisis estadístico de los datos.

REFERENCIAS

1. Prasad AS. Zinc deficiency in women, infants and children. *J Am Coll Nutr* 1996;15(2):113-120.
2. Cousins R. Zinc. En: Zirgler E, Filer LJ Jr ed. *Conocimientos Actuales sobre Nutrición*. 7^{ma} ed.. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud/Instituto Internacional de Ciencias de la Vida; 1997. p. 312-327.
3. Caulfield LE, Zavaleta N, Shankar AH, Meriardi M. Potential contribution of maternal zinc supplementation during pregnancy to maternal and child survival. *Am J Clin Nutr* 1998;68(2 Suppl):499S-508S.
4. Wood R. Assessment of marginal zinc status in humans. *J Nutr* 2000;130(5S Suppl): 1350S-1354S.
5. Hitten F. Blood volume changes in normal pregnancy. *Clin Haematol* 1985;14(3):601-612.
6. Hambidge K, Krebs N, Jacobs M, Favier A, Guyette L, Ikle D. Zinc nutritional status during pregnancy: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1983;37(3):429-442.
7. Huddle J-M, Gibson R, Cullinan T. Is zinc a limiting nutrient in the diets of rural pregnant Malawian women?. *Br J Nutr* 1998;79(3):257-265.
8. Tamura T, Goldenberg R, Johnston K, DuBard M. Maternal plasma zinc concentrations and pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 2000;71(1):109-113.
9. Neggers Y, Dubard M, Godelberg R, Tamura T, Johnston K, Copper R et al. Factors influencing plasma zinc levels in low-income pregnant women. *Biol Trace Elem Res* 1996; 55(1-2):127-135.
10. Rached de Paoli I, Henríquez G, Azuaje A. Niveles séricos de

- zinc y su relación con la ingesta de nutrientes en gestantes eutróficas. *An Venez Nutr* 2004;17(1):5-11.
11. Méndez-Castellanos H. Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano. Caracas: Fundacredesa; 1994.
 12. López M, Landaeta M. Manual de Crecimiento y Desarrollo. Caracas: Sociedad venezolana de Puericultura y Pediatría/ Fundacredesa/Serono; 1991.
 13. Institute of Medicine. Subcommittee on Nutritional Status and Weight Gain During Pregnancy. Nutrition during Pregnancy. Weight gain and nutrient supplements. Washington, DC: National Academy Press; 1990.
 14. Frisancho R. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Michigan: The University of Michigan Press; 1990.
 15. Rosso P. Weight-for-Height/Body Mass Index in pregnant women. En Krasovec K, Anderson M ed.. Maternal nutrition and Pregnancy Outcomes: Anthropometric Assessment Washington, DC: Pan American Health Organization; 1991. p.173-184.
 16. Tortolero M, Meertens L. Evaluación del estado nutricional de escolares de unidades educativas estatales del sur de Valencia. [Trabajo de ascenso]. Valencia-Venezuela: Universidad de Carabobo; 1996.
 17. Balcells A. La clínica y el laboratorio. 18^{ava} ed. España: Salvat Editores; 2000.
 18. Gibson R. Principles of Nutritional Assessment. Washington, DC: Oxford University; 1990.
 19. International Zinc Nutrition Consultative Group. Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations and Options for Its Control. *Food and Nutrition Bulletin* 2004;25(1 supplement 2):S94-S203.
 20. Nielsen F, Bek K, Rasmussen P, Qvist I, Tobiassen M. C-reactive protein during normal pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1990;35(1):23-27.
 21. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición; 1989. Serie de Cuadernos azules: 54.
 22. Food and Nutrition Board, 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; 2000.
 23. Stone M. Nutrición durante el embarazo y la lactancia. En Mahan L, Escott-Stump S ed. Nutrición y Dietoterapia de Krause. 9^{na} ed.. México: McGraw-Hill Interamericana; 1998. p. 183-214.
 24. Hunt IF, Murphy NJ, Martner-Hewes PM, Faraji B, Swendseid ME, Reynolds RD et al. Zinc, vitamin B-6, and other nutrients in pregnant women attending prenatal clinics in Mexico. *Am J Clin Nutr* 1987;46(4):563-569.
 25. Kirksey A, Wachs T, Yunis F, Srinath U, Rahmanifar A McCabe G, et al. Relation of maternal zinc nutrition to pregnancy outcome and infant development in an egyptian village. *Am J Clin Nutr* 1994;60(5):782-792.
 26. Negggers Y, Goldenberg R, Cliver S, Copper R. Determinants of zinc intake in low-income black and white pregnant women. *Biol Trace Elem Res* 1998;64(1-3):221-228.
 27. Fung E, Riethie L, Woodhouse L, Roehl R, King, J. Zinc absorption in women during pregnancy and lactation: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1997;66(1):80-88.
 28. Tamura T, Goldenberg R. Zinc nutrition and pregnancy outcome. *Nutr Res* 1996;16(1):139-181.
 29. Jiang T, Christian P, Khatry SK, Wu L, West KP Jr. Micronutrient deficiencies in early pregnancy are common, concurrent, and vary by season among rural Nepali pregnant women. *J Nutr* 2005;135(5):1106-1112.
 30. Sacco L, Caulfield L, Zavaleta N, Retamozo L. Dietary pattern and usual nutrient intakes of peruvian women during pregnancy. *Eur J Clin Nutr* 2003;57(11):1492-1497.
 31. Sandström B, Almgren, A, Kivistö B, Cederblad A. Effect of protein level and protein source on zinc absorption in humans. *J Nutr* 1989;119(1):48-53.
 32. Donangelo CM, Zapata CL, Woodhouse LR, Shames DM, Mukherjea R, King JC. Zinc absorption and kinetics during pregnancy and lactation in Brazilian women. *Am J Clin Nutr* 2005;82(1):118-124.
 33. Zimmerman A, Dunham B, Nochimson D, Kaplan B, Clive J, Kunkel S. Zinc transport in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1984;149(5):523-529.
 34. Caulfield L, Zavaleta N, Figueroa A. Adding zinc to prenatal iron and folate supplements improve maternal and neonatal zinc status en a peruvian population. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(6):1257-1263.
 35. Berg M, Van Dyke D, Chenard C, Neibyl J, Hirankarn S, Bendich A et al. Folate, zinc, and vitamin B-12 intake during pregnancy and postpartum. *J Am Diet Assoc* 2001;101(2):242-245.
 36. Kapil U, Pathak P, Singh P, Singh C. Zinc and magnesium nutrition amongst pregnant mothers of urban slum communities in Delhi: a pilot study. *Indian Pediatr* 2002;39(4):365-368.
 37. Nogueira Ndo N, Parente J, Cozzolino S. Changes in plasma zinc and folic acid concentrations in pregnant adolescents submitted to different supplementation regimens. *Cad Saude Publica* 2003;19(1):155-160.
 38. Descamps P, Marret H, Binelli C, Chaplot S, Guillard P. Body changes during pregnancy. *Neurochirurgie* 2000;46(2):68-75.
 39. King J. Physiology of pregnancy and nutrient metabolism. *Am J Clin Nutr* 2000;71(5 Suppl):1218S-1225S.
 40. Swanson C, King J. Zinc and pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 1987;46(5):763-771.
 41. King JC. Assessment of zinc status. *J Nutr.* 1990 Nov;120 Suppl 11:1474-9.
 42. Simmer K, James C, Thompson R. Are iron-folate supplements harmful?. *Am J Clin Nutr* 1987;45(1):122-125.
 43. Solomons N, Ruz M. Nuevos hallazgos e interacciones entre micronutrientes: Interacción Zinc-Hierro. *Arch Latinoam Nutr* 1995;45(1 Suppl):133S-135S.
 44. Wasowicz W, Wolkanin P, Bednarski M, Gromadzinska J, Skłodowska M, Grzybowska K. Plasma trace element (Se, Zn, Cu) concentrations in maternal and umbilical cord blood in Poland. *Biol Trace Elem Res* 1993;38(2):205-215.
 45. Zapata CL, Melo MR, Donangelo CM. Maternal, placental and cord zinc components in healthy women with different levels of serum zinc. *Biol Neonate* 1997;72(2):84-93.

46. Martín-Lagos F, Navarro-Alarcón M, Terres-Martos C, López-García de la Serrana H, Pérez-Valero V, López-Martínez MC. Zinc and copper concentrations in serum from spanish women during pregnancy. *Biol Trace Elem Res* 1998;61(1):61-70.
47. Vir S, Love H, Thompson W. Zinc concentration in hair and serum of pregnant women in Belfast. *Am J Clin Nutr* 1981;34(12):2800-2807.
48. Gibson R, Huddle J. Suboptimal zinc status in pregnant malawian women: its association with low intakes of poorly available zinc, frequent reproductive cycling, and malaria. *Am J Clin Nutr* 1998;67(4):702-709.
49. Islam M, Hemalatha P, Bhaskaram P, Kumar P. Leukocyte and plasma zinc in maternal and cord blood: their relationship to period of gestation and birth weight. *Nutr Res* 1994;14(3): 353-360.
50. Goldenberg R, Tamura T, Negggers Y, Copper R, Johnston K, Dubard M et al. The effect of zinc supplementation on pregnancy outcome. *JAMA* 1995;274(6):463-468.
51. Tamura T, Goldenberg R, Johnston K, Chapman V. Relationship between pre-pregnancy BMI and plasma zinc concentrations in early pregnancy. *Br J Nutr* 2004;91(5):773-777.
52. Yakinci C, Kucukbay F, Tayfun M, Gul A. Serum zinc, copper, and magnesium levels in obese children. *Acta Pediatr Jpn* 1997;39(3):339-341.
53. Di Martino G, Matera M, De Martino B, Vacca C, Di Martino S. Relationship between zinc and obesity. *J Med* 1993;24(2-3):177-183.
54. Pfeffer F, Valdés-Ramos R, Avila-Rosas H, Meza C, Casanueva E. Iron, zinc and vitamin C nutritional status is not related to weight gain in pregnant women. *Nutr Res* 1996;16(4): 555-564.
55. Salas S, Rosso P. Reduced plasma volume and changes in vasoactive hormones in underweight pregnant women. *Rev Med Chil* 1998;126(5):504-510.
56. Ortega RM, Andres P, Martínez RM, López-Sobaler AM, Quintas ME. Zinc levels in maternal milk: the influence of nutritional status with respect to zinc during the third trimester of pregnancy. *Eur J Clin Nutr* 1997;51(4):253-258.
57. Negggers YH, Goldenberg RL, Tamura T, Johnston KE, Copper RL, DuBard M. Plasma and erythrocyte zinc concentrations and their relationship to dietary zinc intake and zinc supplementation during pregnancy in low-income African-American women. *J Am Diet Assoc* 1997;97(11):1269-1274.

Recibido: 10-03-2005

Aceptado: 18-10-2005

Receptor soluble de transferrina como indicador del estado de nutrición de hierro en preescolares venezolanos

María Adela Barón, Sara del Real, Liseti Solano R. y Armando Sánchez Jaeger

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

RESUMEN. El receptor soluble de transferrina (RsTf) es una herramienta eficaz en el diagnóstico de deficiencia de hierro (DH) y a diferencia de la ferritina sérica (FS) y otros indicadores, no se afecta por la respuesta de fase aguda en los procesos inflamatorios. El propósito de este estudio fue utilizar el indicador RsTf en el diagnóstico de DH y estimar su utilidad en un estudio descriptivo, de corte transversal; de 190 preescolares de Valencia, Venezuela. Se midió el RsTf y la FS mediante ensayo inmunoenzimático, hemoglobina (Hb) por método automatizado y parasitosis por examen de heces. Se consideró DH corporal a FS <12 µ/L, eritropoyesis deficiente de hierro a RsTf >2,3 mg/L, anemia a Hb <11,0 g/dL y 11,5 g/dL, según la edad. Se calcularon estadísticos descriptivos, distribución de frecuencia; χ^2 y correlación de Spearman. Se observó una alta prevalencia de DH (69,0%), evidenciada en mayor proporción con el uso del RsTf (72,5%) y del cociente RsTf/FS (81,9%), el cual ofreció mayor valor diagnóstico en la evaluación del estado de hierro, comparado con el uso aislado de cada indicador. Se evidenció un alto porcentaje de anemia (25,9%), de la cual un 79,5% se debía a DH. No se encontró asociación con parasitosis. Se concluye que el indicador RsTf es una herramienta útil en el diagnóstico de la DH y que existe un elevado riesgo nutricional respecto al hierro. El bajo consumo de hierro de alta biodisponibilidad y las pobres condiciones socio económicas de la población estudiada son factores importantes de este problema. **Palabras clave:** Receptor soluble de transferrina, ferritina sérica, deficiencia de hierro, preescolares, bajos recursos socioeconómicos.

SUMMARY. Soluble transferrin receptor like indicator of iron nutritional status in Venezuelan preschoolers. Soluble transferrin receptor (sTfR) is an effective tool for iron deficiency (ID) diagnosis, and unlike serum ferritin (SF) and others indicators, is not affected by acute phase response during inflammatory processes. In order to diagnose ID using sTfR as iron status indicator and to estimate its utility, a cross sectional, descriptive study was performed in 190 preschoolers of Valencia, Venezuela. sTfR and SF were assessed by enzyme immunoassay; hemoglobin (Hb) by automated method, and parasitic infestation by stool examination. ID was defined as SF <12 µ/L, iron deficient erythropoiesis as sTfR >2.3 mg/L, and anemia as Hb <11.0 g/dL and <11.5 g/dL, according to age. Statistical analysis included descriptives, frequency distribution, χ^2 and Spearman correlations. ID was highly prevalent as shown by serum ferritin (69.0%), sTfR (72.5%) and sTfR /FS ratio (81.9%). sTfR /FS ratio was more efficient in the ID diagnosis than any other indicator by itself. A high percentage of anemia was found (25.9%), from which, 79.5% was due to iron deficiency. No association to parasites was observed. It is concluded that sTfR is a useful tool for the diagnosis of iron deficiency and that a high nutritional risk for iron nutritional status. Low intake of high bio-available iron and poor socioeconomic conditions are important factors in this problem.

Key words: Soluble transferrin receptor, serum ferritin, iron deficiency, preschooler, low socioeconomic status.

INTRODUCCION

La deficiencia de hierro es la carencia nutricional más extendida en el mundo y afecta principalmente a la población infantil en todos los estadios de crecimiento. Su presencia trae como consecuencia el deterioro de funciones metabólicas, entre ellas la respuesta inmunológica, siendo una consecuencia negativa la disminución de la resistencia a las infecciones (1). Los niños con deficiencia de hierro pueden presentar además, bajo rendimiento escolar, disminución de la capacidad de atención y alteraciones en el crecimiento físico y desarrollo neuropsicológico (2).

Las mediciones de laboratorio comúnmente usadas para la estimación del estado de hierro (hierro sérico, porcentaje de saturación de transferrina, protoporfirina eritrocitaria y hemoglobina) varían en sensibilidad y especificidad, y en algunos casos tienen limitado valor diagnóstico, debido a que se modifican por otras condiciones independientemente del estado de hierro, complicando así la interpretación de los datos de laboratorio (3-7).

La concentración de ferritina sérica es un indicador de reservas corporales de hierro, la cual identifica disminución de las reservas de hierro cuando los niveles son inferiores a 12 µg/L. Sin embargo, cuando los valores son superiores a 12 µg/L su interpretación se hace difícil debido a que por la presencia de inflamación, sus valores se encuentran elevados, aún en la presencia de deficiencia de hierro (4).

En vista de las dificultades de interpretación de la ferritina sérica y para mejorar la evaluación del estado de hierro corporal; en los últimos años se ha introducido el receptor soluble de transferrina como una poderosa herramienta en el diagnóstico de deficiencia de hierro. El receptor de transferrina (RTf) es una proteína transmembrana, presente en todas las células del organismo, a excepción de los eritrocitos maduros. El receptor "soluble" de transferrina (RsTf) es un fragmento del receptor de membrana, producto de la proteólisis del dominio extracelular. Puede ser medido en suero o plasma y su valor es proporcional a la cantidad total de receptores expresados sobre la superficie celular (3,6). El RsTf ofrece ventajas frente a otros parámetros frecuentemente empleados; y en la actualidad se le ha catalogado como un excelente indicador en la evaluación del estado de hierro (3). A diferencia de la ferritina sérica y demás parámetros, el RsTf no se afecta por la respuesta de fase aguda y puede ser usado para distinguir la anemia ferropénica de la anemia de estados inflamatorios e infecciosos (6).

Debido a la escasa información que existe en el país sobre los niveles de RsTf en la población infantil, este estudio tuvo como propósito determinar la concentración de los receptores solubles de transferrina como indicador del estado de hierro y establecer su utilidad en el diagnóstico de deficiencia de hierro; así como también, determinar la relación entre el estado de hierro y la presencia de parasitosis intestinales, en preescolares institucionalizados de la Zona Sur de Valencia.

METODOLOGIA

El tipo de investigación fue descriptiva, de corte transversal; sobre una población conformada por todos los estudiantes de un preescolar público ubicado en la comunidad del Boquete, zona sur de Valencia en el Estado Carabobo, en la zona centro-norte de Venezuela. El preescolar cuenta con 3 niveles de estudio para niños de 4 a 6 años de edad, residentes de la zona.

La muestra se conformó con el 100% de los preescolares del plantel seleccionado que asistieron durante el mes de marzo del 2002 a la institución mencionada (190 preescolares).

El día de la evaluación solo se estudiaron a los niños que iban acompañados por sus representantes y de quienes previamente se había obtenido el consentimiento escrito para formar parte de la investigación (n=171). Se les realizó:

Evaluación de laboratorio: Se extrajo en condiciones de ayuno 6 ml de sangre, mediante punción venosa. Luego de reposo hasta la retracción del coágulo, se obtuvo el suero mediante centrifugación y fue almacenado en alícuotas a -70° C hasta el momento del análisis. Los receptores solubles de transferrina y la ferritina sérica se determinaron mediante métodos inmunoenzimáticos (Quantikine IVD de R&D System y DRG respectivamente). Debido a la escasa información

respecto a los límites de normalidad para los RsTf, en este estudio se tomaron como valores de referencia los establecidos por Vásquez y colaboradores, en niños sanos. En tal sentido, se definió como eritropoyesis deficiente de hierro, a valores de RsTf superiores a 2,3 mg/L (9).

Se definió deficiencia corporal de hierro, a valores de ferritina sérica inferiores a 12 μ g/L (3). Con estos datos se calculó el Cociente "Receptor soluble de Transferrina/Ferritina Sérica" (RsTf/FS) y el Índice "Receptor soluble de Transferrina-Ferritina Sérica" (RsTf-FS). Este último se calculó incorporando en la fórmula el logaritmo de la ferritina sérica (RsTf / logaritmo FS). Se consideró como valores anormales (indicativos de deficiencia tisular de hierro) a Cociente RsTf/FS superior a 162 e Índice RsTf-FS superior a 2,1 (9).

Las determinaciones de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) se realizaron en un contador hematológico automatizado, modelo A^C.T 5diff de Beckman Coulter. Para definir anemia en la población estudiada se usó como punto de corte un valor de hemoglobina inferior a 11,0 g/dL y 11,5 g/dL para niños menores y mayores de 5 años respectivamente (3). El punto de corte para el hematocrito fue de 33% y 34% para niños menores y mayores de 5 años respectivamente; y para CHCM se consideró hipocromía a valores inferiores a 32% (3).

Para el diagnóstico parasitológico se recolectaron muestras de heces, y se analizaron con el método directo (solución de cloruro de sodio al 0,85% y solución de Lugol); y el método de concentración de Kato, los cuales permiten la observación directa de las formas parasitarias (10).

Evaluación socioeconómica: Se determinó el nivel socioeconómico mediante el método Graffar Modificado para Venezuela por Méndez Castellano (11), el cual se aplicó a través de una entrevista realizada a los representantes. Este método considera variables estructurales como la profesión del jefe de la familia, la fuente de ingreso, el nivel de instrucción de la madre y las condiciones de alojamiento de la familia; y permite clasificar a la población estudiada en cinco categorías: estrato I (clase alta), estrato II (clase media-alta), estrato III (clase media-media y clase media-baja), estrato IV (pobreza relativa) y estrato V (pobreza crítica).

Evaluación dietaria: Los datos del consumo de hierro se obtuvieron utilizando el método de Recordatorio de 24 Horas (R24H). Ya que se trató de niños menores de 8 años, la información se obtuvo directamente de la madre o del adulto responsable de su alimentación (12).

Esta información fue llevada a gramos de alimentos y se calculó el contenido de hierro a partir de la Tabla de Composición de Alimentos Venezolana (13).

Análisis estadístico: Se calcularon estadísticos descriptivos (promedios, desviación estándar, medianas, frecuencias, porcentajes) a todas variables. Se aplicó test de Kolmogorof-Smirnoff para comprobar si las variables analizadas seguían una distribución normal. Las relaciones entre las variables se estudiaron a través del Coeficiente de Correlación de Spearman, el Chi cuadrado como medida del grado de asociación entre las variables. El criterio de significación estadística fue $p < 0,05$ y para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS versión 11.0 para Windows.

RESULTADOS

De los 190 niños que componían la muestra a estudiar, se evaluaron 171 niños que contaban con el consentimiento escrito de sus padres para participar en el estudio y asistieron acompañados por los mismos durante las entrevistas (Tabla 1). Los sujetos tenían edades comprendidas entre los 3 y 7 años, con un promedio de $5,5 \pm 0,7$, correspondiendo un 88,4% de la muestra a preescolares entre 5 y 6 años de edad. La distribución según el género presentó un ligero predominio del sexo masculino (52,3%).

TABLE 1
Características socio-demográficas de la población evaluada (n= 171)

De los niños	
Género	%
Masculino	52,3
Femenino	47,7
Edad (años)	
3	1,2
4	6,4
5	41,9
6	46,5
7	4,1
De las familias	
Estrato socioeconómico	%
III	23,3
IV	73,3
V	3,5
Composición familiar	X±DE
Familias por hogar	1,4±6,4
Personas por hogar	6,1±2,5
Personas < 15 años en el hogar	2,7±1,5
Personas ≥ 65 años en el hogar	0,2±0,4

Más de dos tercios de las familias de los niños (n=132) se encontraban en situación de pobreza (estratos IV y V), y sólo el 23,3% (n=40) pertenecían al estrato III, lo cual se esperaba, ya que el estudio fue dirigido a una población de alto riesgo socioeconómico.

En relación a la composición familiar de los niños, se encontró un promedio de personas/hogar de $6,1 \pm 2,5$ (mediana = 5,0; mínimo = 2 y máximo = 14) y un promedio de menores 15 años/hogar igual a $2,7 \pm 1,5$ (mediana = 2,0; mínimo = 1 y máximo = 8).

La Tabla 2 muestra los valores de los parámetros bioquímicos y hematológicos de los niños evaluados. Se observa que las concentraciones promedio de las variables, a excepción de la ferritina sérica, se encontraron dentro de lo considerado normal para el grupo etario. El promedio y la mediana para ferritina sérica se ubicaron por debajo del punto de corte considerado normal.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) por género (masculino y femenino), ni por grupo de edad (< de 5 y > de 5 años).

TABLE 2
Parámetros bioquímicos y hematológicos analizados en el grupo evaluado (n=171)

Variable	X±DE	Mediana	Mínimo-Máximo
Receptor soluble de			
Transferrina (mg/L)	2,6±0,4	2,7	1,5-4,2
Ferritina sérica (µg/L)	11,4±8,5	9,8	3,3-37,2
Cociente RsTf/FS	313,8±173,5	272,3	29,9-942,4
Índice RsTf-FS	2,8±0,9	2,7	0,9-5,9
Hemoglobina (g/dL)	11,8±0,7	12,0	9,5-13,7
Hematocrito (%)	36,7±2,1	37,0	32,0-42,0
CHCM (%)	32,2±0,7	32,3	28,9-34,8

RsTf: Receptor soluble de Transferrina (mg/L)

FS: Ferritina sérica (µg/L)

Índice RsTf-FS= RsTf/log FS

DE: desviación estándar

Al evaluar el estado de nutrición de hierro según indicadores de deficiencia (Tabla 3); se evidenció una alta prevalencia de deficiencia de hierro (69,0%) por ferritina sérica. Adicionalmente, los resultados muestran que el porcentaje de los niños deficientes en hierro fue mayor cuando se utilizó como indicador al RsTf (72,5%) que la ferritina sérica. Sin embargo, el Cociente RsTf/FS identificó el mayor porcentaje de niños deficientes en hierro; mostrando así mayor valor diagnóstico frente al RsTf y la ferritina sérica en forma aislada, y por ende, frente a otros indicadores del estado de este mineral.

TABLA 3
Prevalencia de alteraciones en el estado de nutrición de hierro según indicadores de deficiencia (n=171)

Variables	n	%
Ferritina sérica (< 12 µg/L) ¹	118	69,0
Receptores de transferrina (> 2,3 mg/L) ²	124	72,5
Cociente RsTf/FS (> 162)	140	81,9
Índice RsTf-FS (>2,1)	118	69,0
Hemoglobina (< 11 o <11,5 g/dL) ³	44	25,9

¹ Deficiencia de hierro

² Eritropoyesis deficiente de hierro

³ Anemia

En el presente estudio, además del alto porcentaje de deficiencia de hierro, se observó que un 25,9% (n= 44) de los niños evaluados estaban anémicos; de los cuales 79,5% correspondió a anemia por deficiencia de hierro. No se observaron diferencias estadísticamente significativas (p<0,05) por género ni grupo de edad para los indicadores evaluados.

Al evaluar la relación existente entre los valores de ferritina sérica y el RsTf, se obtuvo una correlación lineal negativa; es decir, a medida que disminuyen los niveles de ferritina sérica, aumentan los de RsTf (rho= - 0,671; p<0,01) y el cociente e índice (rho= - 0,960; p < 0,01 y rho= - 0,910; p<0,01 respectivamente).

La Tabla 4 muestra los valores promedios de los RsTf, Cociente RsTf/FS e Índice RsTf-S, según el estado de las reservas corporales de hierro. Se observa que los valores fueron incrementando acorde al deterioro del estado de hierro; encontrándose cifras más elevadas en los niños que presentaron anemia por deficiencia de hierro, correspondiente a la última etapa en el desarrollo de la deficiencia de este nutriente esencial para la eritropoyesis.

TABLA 4
Receptores solubles de transferrina (rstf), cociente rstf/fs e índice rstf-fs según estado de las reservas corporales de hierro (X±DE)(n= 171)

Categoría	n	RsTf (mg/L)	Cociente RsTf/FS	Índice RsTf-FS
No deficientes en hierro ¹	53	2,2±0,3	139,8±44,8	1,8±0,3
Deficientes en hierro ²	118	2,8±0,4	392,0±151,6	3,2±0,8
Anémicos deficientes en hierro ³	35	3,0±0,3	471,9±147,5	3,7±0,7

¹ Ferritina sérica > 12 µg/L

² Ferritina sérica < 12 µg/L

³ Hemoglobina < 11,0 y < 11,5 g/dL según la edad y ferritina sérica < 12 µg/L

Respecto al análisis coprológico, solo se presentan datos de 153 niños, de quienes se obtuvo muestras de heces. De ellos, el 51,0% (n= 78) presentó parasitosis intestinal; con mayor frecuencia por protozoarios (61,0%), seguido por helmintos (16,9%) y la presencia de ambos (22,1%). El 41,1% de los niños infectados tenían más de una forma parasitaria; de las cuales el *Blastocystis hominis* fue el más prevalente (33,3%), seguido de *Trichuris trichiura* (30,8%), *Giardia lamblia* (28,2%), *Endolimax nana* (23,1%), *Entamoeba coli* (21,8%), *Ascaris lumbricoides* (19,2%) y *Entamoeba histolytica* (5,1%).

Aún cuando el porcentaje de parásitos encontrados fue elevado, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la presencia o no de parasitosis intestinal y los indicadores del estado de hierro.

El consumo promedio de hierro (14,3±4,1 mg/diarios) estuvo conforme a las recomendaciones; sin embargo, se observó que del total de hierro ingerido, el 84% correspondió a fuentes de hierro no hemínico (de baja biodisponibilidad) y solo el 16% a hierro hemínico (de alta biodisponibilidad). Cabe destacar también que 10% de la muestra no alcanzó a cubrir sus requerimientos de este mineral.

DISCUSION

La deficiencia de hierro constituye un problema social y de salud pública; especialmente en países en vías de desarrollo y en los estratos socioeconómicos más bajos. La población infantil es especialmente vulnerable a desarrollar esta deficiencia nutricional, debido al incremento de los requerimientos de hierro para el crecimiento, asociado a un bajo consumo de nutrientes (7,8).

En los preescolares evaluados en el presente estudio, se observó una alta prevalencia de deficiencia de hierro (69,0%). Esta cifra fue superior a las reportadas en niños de los mismos estratos socioeconómicos por Solano y colaboradores en preescolares de otra zona marginal de la ciudad de Valencia (24,4%) y por FUNDACREDESA en el interior del país y área metropolitana de Caracas (17,7%) (14,15). Dicha diferencia podría atribuirse a un deterioro en la calidad de vida; especialmente en los estratos sociales más desfavorecidos de la población, la cual se traduce en un menor consumo de proteínas animales, principales fuentes de hierro altamente biodisponible.

Existen pocos trabajos en la literatura pediátrica sobre los límites de referencia de normalidad para los RsTf; y los valores del punto de corte óptimo para definir deficiencia tisular de hierro son dispares. Asimismo, los estudios publicados difieren en cuanto a la técnica utilizada y el grupo de edad considerado, lo que dificultó la comparación de resultados.

En la actualidad, existen kits comerciales para determinar los RsTf; los cuales difieren en la naturaleza del anticuerpo a

utilizar (monoclonal o policlonal), en el estándar utilizado y en el tipo de marcador (peroxidasa, fosfatasa alcalina, I^{125}), así como en el tipo de señal (fotometría, nefelometría, radioactividad). En vista de la variedad de metodologías para la determinación de RsTf, en este estudio se utilizó el método aprobado por la FDA ("Quantikine IVD de R&D System") y los resultados obtenidos se compararon con los reportados por Vásquez y colaboradores en niños sanos, quienes usaron esta misma metodología (9).

Los valores promedios encontrados para RsTf, Cociente RsTf/FS e Índice RsTf-FS fueron superiores a los reportados por Vásquez y colaboradores en una población de niños sanos (9), lo que indica que los niños del presente estudio tenían elevadas las necesidades tisulares de hierro, lo cual es producto de la depleción de los depósitos de hierro, demostrado por el alto porcentaje de niños con valores bajos de ferritina sérica.

Este hallazgo soporta lo referido en la literatura en relación a la asociación inversa entre los RsTf y la ferritina sérica. Es decir, al depletarse los depósitos de hierro, aumenta la expresión de los Receptores de Transferrina en la membrana celular y por consiguiente la cantidad de RsTf circulante (5, 9,16).

Al comparar el porcentaje de niños con valores inferiores al punto de corte para RsTf y FS, se observa que el porcentaje de niños deficientes en hierro fue mayor cuando se usó el RsTf (72,5%) que usando la ferritina sérica (69,0%), lo cual sugiere que el RsTf fue más sensible en identificar a los niños deficientes en hierro. Sin embargo, se observó que las prevalencias fueron superiores cuando se combinaron el RsTf y la ferritina sérica en un cociente. Este hallazgo posiblemente es reflejo del efecto de la combinación de los atributos de dos indicadores en uno solo, aumentando así su sensibilidad al identificar a los niños deficientes en hierro, tal como lo refieren varios estudios (4,5,8,17).

Es importante resaltar que el incremento en los valores de RsTf, coeficiente e índice, fue proporcional al grado de deficiencia; obteniéndose cifras más elevadas en aquellos niños que presentaban anemia ferropénica, último estadio en el desarrollo de la deficiencia de hierro (2,17).

La medición de la ferritina sérica es la prueba de laboratorio frecuentemente aceptada para el diagnóstico de deficiencia de hierro. Este indicador proporciona un estimado del tamaño de las reservas corporales de este micronutriente (4,17). No obstante, la ferritina sérica es un reactante de fase aguda y se incrementa en procesos inflamatorios crónicos, aún cuando el individuo esté deficiente de hierro; complicando así su interpretación (6,18,19). La utilidad de los RsTf está dada por las ventajas que ofrece frente a otros parámetros comúnmente utilizados en la evaluación del estado de hierro, entre ellas están: la sensibilidad (comienzan a elevarse después de haberse agotado los depósitos de hierro, en forma más precoz que los

otros parámetros de amplio uso clínico), la especificidad (en situaciones de normalidad eritropoyética, toda elevación de los RsTf es indicativo de déficit intracelular de hierro; y no se modifica ante procesos inflamatorios crónicos) y la escasa variabilidad biológica diaria (inferior a la ferritina, al hierro sérico y saturación de la transferrina) (6,9,16).

La combinación del RsTf y la ferritina sérica en un cociente, ofrece mayor valor en la evaluación del estado de hierro, comparado con el uso aislado de cada indicador. Ese mayor rendimiento es atribuido a la asociación de las propiedades diagnósticas de cada uno de ellos: el RsTf es un indicador de las necesidades tisulares de hierro y la ferritina sérica de las reservas corporales del mineral, adquiriendo de esa manera un óptimo poder para distinguir entre anemia ferropénica de anemia infecciosa (6,8,16).

La prevalencia de anemia observada (25,9%) es considerada por la Organización Mundial de la Salud como un problema moderado desde el punto de vista de salud pública (3). Esta cifra fue superior a la reportada por otros estudios en el que evaluaron niños de estratos socioeconómicos bajos; tales como: Solano (10,8%) y Del Real (13,0%) en preescolares de diferentes comunidades de la periferia de Valencia, Estado Carabobo (14,20); y Fundacredesa en preescolares y escolares del interior de Venezuela y área metropolitana de Caracas (13,3%) (15).

Este incremento en la prevalencia de anemia respecto a otros estudios, pudiera deberse en gran parte al alto porcentaje de niños deficientes en hierro; los cuales tienen un bajo consumo de hierro de alta biodisponibilidad y un alto porcentaje de infecciones parasitarias que producen malabsorción de proteínas y de micronutrientes esenciales para la eritropoyesis (hierro, folato y vitamina B_{12}) (21). Si bien, la etiología de la anemia es multifactorial, en este estudio el alto porcentaje de niños (79,5%) con anemia ferropénica parece indicar que la deficiencia de hierro fue el factor nutricional responsable de su aparición.

Las parasitosis intestinales mostraron una alta prevalencia (51,0%), con un dominio de protozoarios y en particular *Blastocystis hominis*; patógeno potencial de elevada prevalencia en los preescolares y escolares venezolanos (22).

Estos resultados muestran un patrón parasitario similar a otros estudios realizados a nivel nacional, en los que observaron una tendencia ascendente en la prevalencia de protozoarios, en especial *Blastocystis hominis*, con un posible sinergismo con otros parásitos intestinales (22-25). El bajo nivel socioeconómico (estratos IV y V), inadecuados hábitos higiénicos y escasas condiciones sanitarias en las que vive la población evaluada son factores importantes en la transmisión de las infecciones parasitarias.

Aún cuando en este estudio la relación parasitosis y deficiencia de hierro no fue estadísticamente significativa, es importante considerar que la presencia de parasitosis intestinal

tiene repercusiones sobre el estado nutricional del niño, debido a que su presencia produce anorexia, malabsorción e intolerancia a los carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales (21).

En este estudio, el consumo de hierro fue adecuado en cantidad según las recomendaciones para este grupo erario (26). Sin embargo, el consumo estuvo representado mayormente por hierro no hemínico (de baja biodisponibilidad), propio de la dieta de los países latinoamericanos. Este tipo de dieta por lo general es monótona y consiste principalmente en cereales y proteínas de origen vegetal (27), las cuales tienen un alto contenido de inhibidores de la absorción de hierro (fitatos, polifenoles, fosfatos) (28). Todos estos aspectos relacionados al consumo dietario, unido al aumento de los requerimientos para su crecimiento, son determinantes de la alta prevalencia de deficiencia de hierro en la población infantil (29).

Con base en estos resultados se concluye que existe una alta prevalencia de deficiencia de hierro (69,0%), evidenciada en mayor proporción a través del uso de los Receptores solubles de Transferrina (72,5%). La combinación del RsTf y la FS en un cociente, ofreció mayor valor diagnóstico en la evaluación del estado de hierro, comparado con el uso aislado de cada indicador. En el grupo evaluado existió una importante situación de riesgo nutricional respecto al hierro, en el cual el bajo consumo dietario de hierro altamente biodisponible y las pobres condiciones socioeconómicas forman parte de los principales factores desencadenantes.

Se recomienda realizar estudios a gran escala en la población infantil, con criterios estrictos de normalidad a fin de obtener valores de referencia nacionales para RsTf, cociente e índice.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecemos a los niños, representantes, maestros y personal directivo del Preescolar evaluado por su colaboración.

REFERENCIAS

- Cunningham L, Blanco A, Rodríguez S, Ascencio M. Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años. Costa Rica, 1996. *Arch Latinoam Nutr* 2001; 51(1): 37-43.
- Maulén I, Gutiérrez P. Estado de hierro y desarrollo psicomotriz y conductual en niños. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2000; 57(12): 707-13.
- World Health Organization (WHO). Iron deficiency anaemia. Assessment prevention and control. A guide for programme managers. Report of WHO/UNICEF/UNU 2001. Geneva: Document WHO/NHD/01.3. [en línea] 2001 [Citado 2004, Enero 08]; Disponible en: URL: http://www.who.int/nut/documents/ida_assessment_prevention_control.pdf.
- Malope B, MacPhail P, Alberts M, Hiss D. The ratio of serum transferrin receptor and serum ferritin in the diagnosis of iron status. *Br J Haematol* 2001; 115: 84-9.
- Punnonen K, Irjala K, Rajamaki A. Serum transferrin receptor and its ratio serum ferritin in the diagnosis of iron deficiency. *Blood* 1997; 89(3): 1052-57.
- Holmberg L. Soluble transferrin receptor in the diagnosis of anaemia and iron deficiency in childhood. *Acta Paediatr* 2000; 89: 1152-53.
- Olivares M, Walter T, Cook JD, Hertrampf E, Pizarro F. Usefulness of serum transferrin receptor and serum ferritin in diagnosis of iron deficiency in infancy. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 1191-95.
- Kosan V, Uysal Z. The importance of serum transferrin receptor and TfR-F index in the diagnosis of iron deficiency accompanied by acute and chronic infections. *Turk J Haematol* 2002; 19(4): 453-59.
- Vásquez M, Carracedo A, Muñoz J, Morcillo R, Calvo M, López J, Muñoz A. Receptor sérico de la transferrina en niños sanos. *An Esp Pediatr* 2001; 55(2): 113-20.
- Incani, RN (comp.). Parasitología. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Parasitología. Valencia. Venezuela. Segunda Edición; 1996. p.23-44.
- Méndez-Castellano H, Méndez MC. Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano, Caracas: FUNDACREDESA; 1994.
- Sobo EJ, Rock CL, Neurhouser ML, Mabel TL, Neumark-Sztainer D. Caretaker-child interaction during children's 24-hour dietary recalls: who contributes what to the recall record? *J Am Diet Assoc* 2000; 100(4): 428-33.
- Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Instituto Nacional de Nutrición. Dirección Técnica: División de Investigación en Alimentos. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Revisión 1999. Publicación N° 52. Serie de Cuadernos Azules. Caracas-Venezuela; 1999.
- Solano L, Meertens L, Peña E, Arguello F. Deficiencia de micronutrientes. Situación actual. *An Venez Nutr* 1998; 11(1): 48-54.
- Fundacredesa. Impacto poblacional en Venezuela por el enriquecimiento con hierro y vitaminas de las harinas precocidas de consumo humano. Ministerio de Salud y Desarrollo Social/UNICEF. FUNDACREDESA Una visión integral de Venezuela XXV años. Primera Edición. Caracas, 2002.
- Aleo E, Gil C, González FA, Villegas A, Valverde F. Receptor sérico de transferrina en niños sanos. Valor diagnóstico en la anemia infecciosa y en la ferropénica. *An Pediatr (Barc)* 2004; 60(5): 428-35.
- Suominen P, Punnonen K, Rajamäki A, Irjala K. Serum transferrin receptor and transferrin receptor-ferritin index identify healthy subjects with subclinical iron deficits. *Blood* 1998; 92: 2934-39.
- Ahluwalia N. Diagnostic utility of serum transferrin receptors measurement in assessing iron status. *Nutr Rev* 1998; 56: 133-41.

19. Suominen P, Virtanen A, Lehtonen-Veromaa M, Heinonen OJ, Salmi TT, Alanen M, Möttönen T, Rajamäki A, Irjala K. Regression-based reference limits for serum transferrin receptor in children 6 months to 16 years of age. *Clin Chem* 2001; 47(5): 935-37.
20. Del Real S, Páez M, Solano L, Fajardo Z. Consumo de harina de maíz precocida y su aporte de vitamina A y hierro en preescolares de bajos recursos económicos. *Arch Latinoam Nutr* 2002; 52(3): 274-81.
21. Ortiz D, Alfonzo A, Hagel I, Rodríguez O, Ortiz C, Palonque M, Lynch N. Influencia de las infecciones helmínticas y el estado nutricional en la respuesta inmunitaria de niños venezolanos. *Rev Panam Salud Publica* 2000; 8(3): 156-63.
22. Devera RA, Velasquez VJ, Vasquez MJ. Blastocistosis en preescolares de Ciudad Bolívar, Venezuela. *Cad Saude Publica* 1998; 14(2): 401-07.
23. Devera R, Cermeño J, Blanco Y, Bello M, Guerra X, Sousa M, Maitan E. Prevalencia de Blastocistosis y otras parasitosis intestinales en una comunidad rural del Estado Anzoátegui, Venezuela. *Parasitol Latinoam* 2003; 58(3-4): 95-100.
24. Morales G, Caceres L, Alvares M, Navarro C. Prevalencia de las Geohelmintiasis Intestinales en 100 municipios de Venezuela. *Rev Soc Bras Med Trop* 1999; 32(3): 263-70.
25. Cheng R, Castellano J, Díaz O, Villalobos R. Prevalencia de Giardiasis en hogares de cuidado diario en el Municipio San Francisco, Estado Zulia, Venezuela. *Invest Clin* 2002; 43(4): [en línea] 2002 [Citado 2005, Marzo 9]; Disponible: URL: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php>
26. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Caracas-Venezuela. Publicación N° 53. Serie de Cuadernos Azules. Revisión 2000.
27. Boccio J, Paez MC, Zubillaga M, Salgueiro J, Goldman C, Barrado D, Martinez M, Weill R. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro sobre la salud humana. *Arch Latinoam Nutr* 2004; 54(2): 165-73.
28. García-Casal MN, Layrisse M. Absorción del hierro de los alimentos. Papel de la vitamina A. *Arch Latinoam Nutr* 1998; 48(3): 191-96.
29. Olivares M, Walter T. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro. *Rev Nutr* 2004; 17(1): 5-14.

Recibido:15-06-2005

Aceptado: 14-10-2005

Changes in body composition in lactating adolescent mothers

Horacio F. González, Agustina Malpeli, José L. Mansur, Soledad De Santiago, Graciela S. Etchegoyen

Instituto de Desarrollo e Investigaciones Pediátricas (Hospital de Niños "Sor María Ludovica", Commission of Scientific Research of the Province of Buenos Aires), La Plata, Argentina, Health Department, Universidad Iberoamericana, México DF, México, and Centro INUS, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata

SUMMARY. We assessed changes in body composition in lactating adolescent mothers living under unfavorable socioeconomic and sanitary conditions. A total of 17 healthy primiparous adolescents under 17 years of age attending the Maternity Hospital of the city of La Plata, Argentina, were followed at 4 time points (15 days and 3, 6 and 12 months postpartum) to assess, a) dietary intake, b) practice of physical activity, c) nutritional condition (weight, height, body mass index [BMI] according to age, and body composition by the sum of skinfold measurements), d) characteristics of lactation, and e) growth parameters of the child. The mean age of adolescents was 15.06 ± 0.66 years (mean menarchal age, 11.59 ± 0.80 years). All adolescents breastfed up to 12 months postpartum, and maternal milk covered above 80% the baby intake (mean 7.06 ± 2.54 breast feeds/day). While the daily intake of nutrients by adolescent mothers was constant up to 6 months postpartum, there was a modest decrease in that of proteins, carbohydrates and lipids 15 days and 12 months postpartum. The decrease in energetic intake during the same period was significant ($p < 0.05$). The practice of physical activity was classified as moderate during the follow-up period. Whereas mean basal percent of fat body mass (FBM) was 29.85 ± 2.87 , and decreased significantly at 6 ($27.2\% \pm 3.9\%$; $p = 0.02$) and 12 ($26.1\% \pm 3.9\%$; $p = 0.002$) months postpartum, changes in lean body mass (LBM) were not significant. In conclusion, lactating adolescents maintained LBM, whereas weight, FBM and BMI decreased markedly from 3 months postpartum.

Key words: Body composition, anthropometry, lactation, adolescent mothers, Argentina.

RESUMEN. Cambios en la composición corporal de puérperas adolescentes durante la lactancia. Se evaluaron los cambios en la composición corporal durante la lactancia en adolescentes con condiciones socioeconómicas y sanitarias desfavorables. Se estudiaron 17 adolescentes menores de 17 años, primíparas, sanas, asistidas en la Maternidad de La Plata, Argentina. Las adolescentes se evaluaron en cuatro oportunidades: a los 15 días y a los 3, 6 y 12 meses post-parto, determinando a) consumo dietético, b) actividad física, c) estado nutricional (peso, talla, Índice de Masa Corporal según edad, y composición corporal por suma de pliegues cutáneos), d) características de la lactancia, y e) parámetros de crecimiento del niño. La media de edad de las adolescentes fue 15.06 ± 0.66 años (promedio de edad de la menarca, 11.59 ± 0.80 años). Todas amamantaron hasta los 12 meses, y la leche materna cubrió más del 80 % de la ingesta, con un promedio de 7.06 ± 2.54 tetadas/día. Aunque la ingesta diaria de nutrimentos se mantuvo constante hasta los 6 meses y se observó una disminución no significativa de la ingesta de proteínas, hidratos de carbono y lípidos en los controles del día 15 y los 12 meses, la disminución de la ingesta energética durante el mismo período fue significativa ($p < 0.05$). La práctica de actividad física en todos los casos fue evaluada como leve durante el período de seguimiento. El porcentaje de masa grasa basal fue $29.85 \pm 2.87\%$, disminuyendo significativamente a los 6 meses ($27.2 \pm 3.9\%$; $p = 0.02$) y al año ($26.1 \pm 3.9\%$; $p = 0.002$) de seguimiento. En cambio, no se registraron cambios significativos en la masa magra. En conclusión, las madres adolescentes durante la lactancia mantienen la masa magra, mientras que el peso, la masa grasa y el IMC disminuyen significativamente a partir de los 3 meses post-parto.

Palabras clave: Composición corporal, antropometría, madres adolescentes, lactancia, Argentina.

INTRODUCTION

During pregnancy and lactation, a series of metabolic changes assure the growth of the fetus, maternal health and postpartum breast-milk production.

Pregnancy is accompanied by increased body weight as a result of fetal growth and increased maternal fluids and soft tissues. Fat body mass (FBM) is also increased and maintained as fat reserves to meet the cost of subsequent lactation (1).

In the second-half of pregnancy, increased levels of plasmatic corionic somatotrofin, cortisol, prolactin and

glucagon keep a sustained lipolytic and anti-insulinic activity for better fatty acid utilization from peripheral tissues (1). These metabolic changes assure the constant flux of glucose and aminoacids to the fetus.

During lactation, there is a hypoinsulinemic state accompanied by a decreased insulin response in muscular and adipose tissue which favors higher carbohydrate utilization by the mammary gland for breast-milk production. This situation maintains up to 6 months postpartum (2). Breast-milk production involves the presence of other nutrients such as calcium, proteins, zinc and iron.

Energy cost during pregnancy and lactation is generally increased and concomitant with increased body and fetal weight. However, there is a high intra-variability in the metabolic response among women, partly attributed to differences in body fat and nutritional condition before pregnancy and life conditions during pregnancy (3, 4).

Reports in the literature are mostly concerned with changes during pregnancy and lactation in adult women; however, very few data refer to the energy cost of lactation in adolescent mothers, a stage in life particularly important in the process of infant and maternal growth. During pregnancy, 50% of adolescent mothers continue to grow. Using leptin as a biomarker of adolescent maternal growth, for the highest quartile, low birth weight increased > 5-fold, fetal growth restriction increased > 6-fold, and infant birth weight decreased by 200 g (5). In lactating adolescent mothers, changes in body composition are expected, since women have not yet completed their maturity cycle (1).

luego del embarazo, (¿?) serie de pequeños cambios continuos que afectan el metabolismo de todos los nutrientes In Argentina, 14.6 % of pregnancies are from women under 20 years of age (6). This figure varies according to the region, and is generally higher in populations with structural poverty (6). A nutritional survey performed in our country reported that the mean energetic intake in adolescents was 2697 ± 1099 Kcal/day for a recommended dietary intake of 2500 Kcal/day, thus showing that a large number of women in the study sample was below the recommended requirements (7). On the other hand, the amount of milk produced by adolescents at 6, 12, 18, and 24 weeks postpartum ranged from 37-54% less ($P < .05$) than that of the adults, and resulted in a 45% weaning rate at 18 weeks postpartum in the younger group (8).

In view of the aforementioned data, we assessed changes in body composition, i.e. gain or loss of fat body mass (FBM) and/or lean body mass (LBM) during lactation in adolescent mothers under 17 years of age with unfavourable socioeconomic and sanitary conditions.

METHODS

Study design

Data were taken from a descriptive observational study performed in 17 adolescent mothers less than 17 years of age recruited at the Maternity of the Hospital Interzonal General de Agudos "General San Martín", La Plata, Argentina, during routine prenatal and delivery care in the period 2003-2004. Enrollments included all primiparous teenagers with term-pregnancy, birth weight above 2500 g, breast-feeding for no less than 6 months, and with no smoking habits. Informed consent was obtained from adolescent mothers and their tutors and the study was approved by the Ethical Committee of the Instituto de Investigaciones Pediátricas (IDIP), La Plata

Children's Hospital "Sor María Ludovica" que amamantaron a sus hijos por un periodo no menor a 6 meses. Teenagers presenting chronic or infectious diseases and prolonged treatment with drugs at the start of the study were excluded. Adolescents were assessed at four time points during the study period: 15 days after delivery, and 3, 6 and 12 months postpartum. Assessments were performed at IDIP, evaluating: a) dietary intake, b) practice of physical activity, c) nutritional condition (weight, height, body mass index [BMI] according to age, and body composition as determined by the sum of skinfolds measurements), d) characteristics of lactation: type of breast-feeding (exclusive or partial), and number of breastfeeds per day through a survey, and e) growth parameters of the child (weight and height)

Dietary intake was surveyed by a nutritionist by means of a questionnaire recording weekly frequency of food intake of all foodstuff consumed (9). The nutritional content of food was analysed with a software with national charts of food composition (10). We estimated daily energy as well as protein, fat and carbohydrate consumption in Kcal and g. The percentage of recommended dietary allowances (RDA) was assessed according to international standards for protein (11) and calorie (12) intake.

Physical activity was evaluated through a survey and ranked according to the National Research Council Classification (13).

Weight and height assessments were performed by the same observer according with already standardized procedures (14) with an electronic digital balance (TANITA Model 1582, 100 g scale and maximal capacity of 136 kg) and a stadiometer in mm (SECA Model 222). Teenagers wore no shoes and light clothing.

Body mass index (BMI) was calculated as $\text{Weight (Kg)}/\text{Height}^2$ (m) (15).

Body composition was obtained by the sum of four skinfold measurements (subscapular, suprailliac, bicipital and tricipital) using a Lange caliper and the Durnin formula for FBM and LBM assessments (16).

Children were followed-up monthly at the Service of Healthy Children of La Plata Children's Hospital, measuring body weight on an electronic scale (10 g accuracy), and height with a stadiometer (1 mm accuracy) according to national reference tables to estimate growth adequacy (14).

A social survey was also performed to determine Unsatisfied Basic Needs of the study sample.

Statistical analysis

Data from surveys and assessments were entered into a specially designed data base. The descriptive analysis of data was performed with the Data Base and Statistical Program EpiInfo 6 (CDC/OMS). Differences between means and percentages were analysed with ANOVA and Chi^2 , respectively.

RESULTS

Mean age of adolescents was 15.06 ± 0.66 years, with a mean menarchal age of 11.59 ± 0.80 years. All adolescents belonged to homes with unsatisfied basic needs, were breastfeeding up to 12 months postpartum, and maternal milk covered above 80% the baby intake (mean 7.06 ± 2.54 breastfeeds/day). Briefly, fifteen days after delivery all mothers practiced exclusive breastfeeding (9.5 ± 2 breastfeeds/day). There was a slight decrease at 3 months (94.1%), and at 6 months postpartum all had abandoned that practice, when complementary feeding was incorporated to lactation. However, 94.1% continued with partial breastfeeding (6.7 ± 3.1 breastfeeds/day), and one year after implementing the program 82.3% of mothers were breastfeeding (4 ± 2.8 breastfeeds/day).

Breastfeeding manifested in the changes undergone by children during the follow-up period: whereas birth weight was 3.12 ± 0.29 kg, it rose to 8.03 ± 2.17 kg and 9.97 ± 1.36 kg at 6 and 12 months, respectively, showing an adequate growth for age in all children.

Table 1 shows weight, height and BMI during the follow-up period. Of all mothers evaluated at 15 days postpartum, only 2 (11.7%) were overweight as assessed by BMI > 25 kg/m², 1 (6%) had FBM above 34% (cut-off point) (17), and the rest were normal. At the end of the evaluation period, only one adolescent (6%) was underweight.

TABLE 1
Mean weight, height and BMI at day 15 and at months 3, 6, and 12 of follow-up

	15 days	3 months	6 months	12 months
Weight (kg)	54 ± 5.1	49 ± 5.2^a	47 ± 5.1^b	49 ± 5.1^c
Height (m)	1.55 ± 0.069	1.55 ± 0.064	1.55 ± 0.068	1.56 ± 0.062
BMI	22.5 ± 1.8	21 ± 1.4^d	19 ± 1.6^e	21 ± 2.1^f

^ap= 0.005; ^bp=0.0004; ^cp=0.005; ^dp=0.0006; ^ep=0.0000; ^fp=0.01

The mean height increase was 0.9 cm per year; however, differences in height in check-ups at day 15 and at 12 months were not statistically significant, with progressive decreases in weight and BMI.

Table 2 shows the daily intake of nutrients and the percentage of RDA. At 15 days postpartum, the percent adequacy of protein intake for the RDA was $\geq 100\%$ in 47% of mothers, falling to 53% at 12 months. Only 1 mother (6) met 100% of RDA for calorie intake 15 days postpartum. At 12 months only 4 mothers (23%) met such RDA. There were no significant differences when analysing weight loss of mothers who met the RDA vs those who did not. Whereas the decrease in protein, carbohydrate and lipid intake was not

significant 15 days and at 12 months postpartum, the decrease in energetic intake during the same period was significant ($p < 0.05$).

TABLE 2
Daily intake of nutrients and percentage of adequacy of RDA at day 15 and at months 3, 6, and 12 of follow-up

	15 days	3 months	6 months	12 months
Energy kcal/day	2275 ± 641	2183.2 ± 605	2383 ± 678	$1919 \pm 603^*$
% adequacy RDA	72 ± 20	66 ± 19	76 ± 23	70 ± 25
Energy (Kcal/kg)	41.8 ± 10.7	40.05 ± 10.9	44.65 ± 15.2	41.36 ± 14.5
Proteins (g)	72 ± 23	77 ± 23	75 ± 23	65 ± 21
% adequacy RDA	103 ± 32	104 ± 30	103 ± 33	104 ± 47
Carbohydrates (g)	321 ± 110	312 ± 111	346 ± 97	293 ± 102
Lipids (g)	81 ± 23	78 ± 36	78 ± 37	70 ± 29

*p < 0.05 with respect to basal (15 days).

However, when calorie intake was analysed with reference to weight in kg, there were no significant differences in any of the study points. In all cases, physical activity was mild during the follow-up period.

Table 3 shows the changes in body composition, FBM and LBM, as estimated by anthropometric measurements. It can be noted that there is a marked decrease in FBM, while no changes can be observed in LBM. FBM decreased significantly at 6 and 12 months of follow-up as compared to basal values (from $27.2\% \pm 3.9\%$ to $26.1\% \pm 3.9\%$; basal, $29.7\% \pm 2.86\%$; $p = 0.02$ and $= 0.002$, respectively). Although the percentage of LBM increased at the end of the period as compared to basal values ($70.9\% \pm 3.1\%$ vs $73.9\% \pm 3.8\%$; $p = 0.009$), such increase was at the expense of a percent relation, since absolute values remained unchanged.

TABLE 3
Fat and lean body mass at day 15 and at months 3, 6, and 12 of follow-up

	15 days	3 months	6 months	12 months
FBM (%)	29.7 ± 2.86	28.5 ± 2.86	27.2 ± 3.9^a	26.1 ± 3.9^b
FBM (kg)	16.0 ± 2.31	14.6 ± 2.32^c	13.7 ± 2.76^d	13.0 ± 2.6^e
LBM (%)	70.9 ± 3.15	71.4 ± 2.86	72.7 ± 3.98	73.8 ± 3.8^f
LBM (kg)	37.9 ± 3.59	36.7 ± 3.25	36.4 ± 3.52	36.7 ± 2.9

^ap= 0.02; ^bp=0.002; ^cp=0.04; ^dp= 0.006; ^ep=0.0006; ^fp=0.009

DISCUSSION

Lactation is only one phase of a woman's reproductive cycle, together with pre-pregnancy, pregnancy, and post-weaning. Although they all require a special nutritional care, in lactating adolescents changes in body composition are

expected since women have not yet completed their maturity cycle (1).

Despite limitations in the dietary survey (overestimation of food intake), a high percentage of mothers did not meet 100% of RDA for calorie intake, and around 50% did not meet the total protein requirements throughout the study period. The absence of statistical significance could be due to the number of cases included in the sample.

Energy intake in the study sample of adolescent mothers was constant up to 6 months, with a significant decrease at 12 months postpartum. However, weight loss, FBM loss and decreased BMI were statistically significant from 3 months onwards. Despite differences among the various models to estimate FBM and LBM during pregnancy and lactation, assessments with our model were adequate (18). Weight loss was not accompanied by LBM loss, which remained constant during the study period. The practice of physical activity remained unchanged. FBM loss could be explained by the increase in resting energetic expenditure in well-nourished lactating women (2, 19), or by the decrease in energy intake of our adolescent mothers.

Our results regarding weight loss and FBM are similar to those reported by other authors in adult women (20, 21). Butte *et al.* reported a decrease in FBM from 28% to 26.4% between 1 and 4 months postpartum (20). Hopkinson *et al.*s found a linear decrease of FBM in a 12-month period both in lactating and non-lactating women, with higher losses at 3 and 6 months in lactating women (22). Sadurskis *et al.*s recorded a significant decrease in fat and lean mass during the first 6 months postpartum, as assessed by total body potassium counting (23).

Weight loss in lactating adolescent mothers has been described in a sample of Mexican women, although the authors did not study body composition (24). The maintenance of LBM has been described in adult women. In healthy, well-nourished women with a mean age of 21 and 38 years who breastfed for at least 6 months, it has been shown that maintenance of LBM during lactation is possible with an adequate protein intake, since protein stores during pregnancy and their subsequent mobilization would partially meet the increased needs for maternal milk-production (3). The daily intake of proteins reported by these authors was higher than that recorded in our study (r : 93-100 vs. 65-77 g/day, respectively). However, figures are the same if they are assessed in g/kg/day (1.3 g/kg/day).

Our results show that increments in height among participants in the study were not significant, except in one teenager. Among adolescent mothers, an important fact in the metabolic adaptive process of pregnancy was whether they were still growing, with the consequent influence on the size of their infants (25-27). However, we found no reports dealing with results in still-growing lactating adolescents.

In conclusion, whereas LBM undergoes no changes in

lactating adolescents, weight, BMI and FBM decrease significantly from 3 months postpartum.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was partially funded with grants from CONACYT, México. GS Etchegoyen is member of the research career from CONICET, Argentina. The authors thank M Kuzminczuc and R Villalobos for patient follow-up, and A Di Maggio for careful manuscript edition.

REFERENCES

1. King JC. Physiology of pregnancy and nutrient metabolism 1-3. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(Suppl):1218S-25S.
2. Butte NF, Hopkinson JM, Mehta N, Moon JK, O'Brian Smith E. Adjustments in energy expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation 1-4. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:299-307.
3. Motil KJ, Sheng HP, Kertz BL, Montandon CM, Ellis KJ. Lean body mass of well-nourished women is preserved during lactation. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 292-300.
4. King JC, Butte NF, Bronstein MN, Kopp LE, Lindquist SA. Energy metabolism during pregnancy: influence of maternal energy status. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(Suppl):439S-45.
5. Scholl TO, Stein TP, Smith WK. Leptin and maternal growth during adolescent pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 1542-1547.
6. Dirección de Estadísticas e Información en Salud. Estadísticas Vitales: Información Básica 2003. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Serie 5 N° 47. Buenos Aires, 2004.
7. Bianculli C, Carmuega E, y col. Factores de riesgo para la salud y la situación nutricional de los adolescentes urbanos en Argentina. *Adolesc Latinoam* 1998; 1(2): jul/sept.
8. Motil KJ, Kertz B, Thotathuchery M. Lactational performance of adolescent mothers shows preliminary differences from that of adult women. *M J Adolesc Health* 1997; 20: 442-449.
9. Parra S, Romieu I, Hernández M. Método de frecuencia de consumo de alimentos. En: Manual de encuestas de dieta. Ed. Madrigal H, Martínez H. Instituto Nacional de Salud Pública de Mexico, 1996.
10. Mazzei ME, Puchulu MR, Rochaix A. Tabla de composición química de alimentos, 2nd ed. CENEXA (UNLP- CONICET); 1995.
11. National Academy of Sciences, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes - 1997-2001-September 2002.
12. FAO/WHO/UNU. Expert consultation. Food and Nutrition Technical Report Series # 1. Roma, October 2001.
13. Food and Nutrition Board, National Research Council, National Academy of Sciences: Recommended Dietary Allowances. 10th Ed., Washington DC, National Academy Press, 1989.
14. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Guías para la evaluación del Crecimiento. 2001. 2ª Edición Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría, 2001.
15. Division of Nutrition and Physical Activity, National Center

- for Chronic Disease. Prevention and Health Promotion. BMI-Body Mass Index: BMI Calculator, 2004.
16. Durnin JVGA, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of the skinfold thickness. *Br J Nutr* 1967; 21:681-689.
 17. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 1416-1421.
 18. Butte NF, Hopkinson JM, Ellis KJ, Wong WW, Smith EO. Changes in fat-free mass and fat mass in postpartum women: a comparison of body composition models. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21:874-80.
 19. Spaaij CJK, van Raaij JMA, de Groot LCPGM, van der Heijden LJM, Boekholt HA, Hautvast JGAJ. Effect of lactation on resting metabolic rate and on diet- and work-induced thermogenesis. *Am J Clin Nutr* 1994; 59:42-7.
 20. Butte NF, Garza C, Stuff JE, Smith EO, Nichols BL. Effect of maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr*. 1984; 39:296-306.
 21. Fornes NS, Dorea JG. Subcutaneous fat changes in low-income lactating mothers and growth of breast-fed infants. *J Am Coll Nutr* 1995; 14:61-5.
 22. Hopkinson JM, Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, Puyau MR, Smith EO. Body fat estimation in late pregnancy and early postpartum: comparison of two-, three-, and four-component models. *Am J Clin Nutr* 1997; 65:432-438.
 23. Sadurskis A, Kabir N, Wager J, Forsum E. Energy metabolism, body composition, and milk production in healthy Swedish women during lactation. *Am J Clin Nutr* 1988; 48:44-49.
 24. Casanueva E, Marín A, Gelis P, Díaz Barriga M. Changes in weight during pregnancy and lactation in adolescent. Evaluation of a nutritional intervention. En: Jacobson M, Rees J, Golden N, Irwin Ch. (eds.) *Adolescents nutritional disorders*. Ann NY Acad Sci 1997; 817: 353-355.
 25. Scholl TO, Hediger ML, Ances IG. Maternal growth during pregnancy and decreased infant birth weight. *Am J Clin Nutr* 1990; 51:790-3.
 26. Sukanich AC, Rogers KD, McDonald HM. Physical maturity and outcome of pregnancy in primiparas younger than 16 years of age. *Pediatrics* 1986; 78:31-6.
 27. Scholl TO, Hediger ML, Schall JI, Mead JP, Fischer RL. Reduced micronutrient levels in the cord blood of growing teenage grávida. *JAMA* 1995; 274:26-7.

Recibido: 09-05-2005

Aceptado:07-07-2005

Comparación de la estimación de la actividad física en una población de mujeres obesas por acelerometría y con cuestionario

CM López-Fontana, MA Martínez-González, A. Sanchez-Villegas y JA Martínez

Departamento de Fisiología y Nutrición. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Universidad de Navarra. Pamplona. Navarra. España

RESUMEN. Los objetivos de este trabajo han sido, una vez descrita una población obesa de sexo femenino según su AF y tipo de alimentación, la comparación de dos métodos de estimación de actividad física (AF), ya que son necesarios métodos válidos y de bajo coste para evaluar la AF. El trabajo consistió en una entrevista nutricional donde se realizó una historia dietética, un día de ensayo experimental con estimación de la tasa metabólica basal (TMB) y composición corporal y medida de AF a través de un acelerómetro triaxial y un cuestionario de AF. Las voluntarias presentaron una media de IMC de 37,15 kg/m², un ratio cintura/cadera (c/c) de 0,82 y una masa grasa del 43,3%. La TMB promedio fue de 1720 kcal/día y el cociente respiratorio (CRNP) de 0,79. La ingesta calórica total fue de 3344 kcal distribuida enérgicamente como 43,1% HC; 16,4% PR y 40,3% GR. El peso y el IMC presentaron una correlación positiva ($p<0,05$) con el índice de sedentarismo (IS). El peso presentó una correlación positiva ($p<0,05$) con la frecuencia cardíaca (FC). Los valores de ejercicio, obtenidos del cuestionario, revelaron una asociación positiva ($p<0,01$) con el acelerómetro triaxial; y éste, una asociación negativa ($p<0,01$) con el IS. El índice de actividad se correlacionó negativamente con el IS. Las variables antropométricas, metabólicas y de alimentación son comparables con los valores encontrados habitualmente en mujeres obesas en regiones de semejantes características socioeconómicas. La estimación de AF según el cuestionario, utilizando diversos índices, se correlacionó significativamente con los resultados del acelerómetro triaxial, confirmando la validez de la evaluación de la actividad física en la población obesa a través del empleo un cuestionario validado.
Palabras clave: Obesidad, acelerómetro, cuestionario, sedentarismo, actividad física.

INTRODUCCION

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado que la obesidad ha pasado a ser una epidemia de carácter global y una grave amenaza para la salud pública, debido al aumento del riesgo de enfermedades asociadas y los costes sanitarios derivados (1).

Los factores etiológicos implicados en el desarrollo y existencia de un problema de salud como la obesidad son múlti-

SUMMARY. Comparison between two methods to estimate physical activity in obese women: accelerometry and self-administered questionnaire. The aims of this study were to describe a female obese population according to their food intake and physical activity, and to compare two methods to estimate physical activity (PA). The study included a nutritional interview where a detailed dietary history was done, an initial clinical day in which measurements of body composition and basal metabolic rate (BMR) were carried out and an estimation of PA by means of a triaxial accelerometer and a PA questionnaire. The group of volunteers showed a mean BMI of 37.15 kg/m², a waist/hip ratio of 0.82 and a mean body fat mass of 43.34%. The average of BMR was 1720 Kcal/d and the CRNP of 0.79. The total caloric intake was 3344 Kcal/d with a energy-distribution of 43.1% Carbohydrates, 16.4% Proteins, 40.3% Lipids. Weight and BMI showed a positive correlation ($p<0.05$) with the sedentary index (SI). Also, weight presented a positive correlation with the heart rate ($p<0.05$). The estimates of PA derived from the questionnaire showed a positive correlation with the triaxial accelerometer ($p<0.01$); and this one, revealed a negative correlation with the SI ($p<0.01$). Anthropometric, metabolic and food intake variables are comparable to the results found in obese women from similar socioeconomic background. The estimates of PA according to the questionnaire were significantly correlated to the results of the triaxial accelerometer, thus confirming the validity of the questionnaire to assess PA in an obese population.

Key words: Obesity, triaxial accelerometer, self-administered questionnaire, sedentarism, physical activity.

ples. Los más importantes parecen ser los hábitos dietéticos y la inactividad física, que están afectados por genes, que a su vez, afectan al gasto energético, al metabolismo de sustratos energéticos y al apetito. Sin embargo, las crecientes tasas de obesidad no pueden ser explicadas exclusivamente por causas genéticas (1). Además, parece ser que el aporte energético tiende a descender en diversas poblaciones y, a pesar de ello, los niveles de obesidad siguen aumentando, lo cual permite concluir que el sedentarismo no es solo un determinante im-

portante, sino quizás la causa principal del incremento de obesidad a nivel mundial. El estudio de los hábitos alimentarios y del estilo de vida implicados en la ganancia de peso corporal y la obesidad puede facilitar la puesta en marcha de acciones futuras de prevención (1).

Los objetivos concretos de este trabajo han sido describir una población obesa española de sexo femenino según su actividad física y tipo de alimentación, y comparar dos métodos de estimación de actividad física (AF): cuestionario de actividad física y acelerómetro triaxial en la misma población.

MATERIAL Y METODOS

Sujetos

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Intervención Nutricional del Departamento de Fisiología y Nutrición de la Universidad de Navarra (España) en colaboración con el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. La población admitida para el estudio estuvo constituida por 40 mujeres obesas (IMC >29,5), entre 20 y 50 años; con peso estable (+3kg en 3 meses) premenopáusicas y con menstruaciones regulares y sin alteración endocrina y/o metabólica conocida, así como sin prescripción de medicamentos que alteran el metabolismo basal. Las voluntarias embarazadas fueron excluidas y también aquellas con un consumo habitual de bebidas alcohólicas fuerte o de drogas; con patologías como hipertensión arterial, diabetes mellitus, hiperlipidemias y/o enfermedad tiroidea tratadas con fármacos, con obesidad tratada con cirugía y mujeres que hayan participado en un ensayo clínico o intervención nutricional en los últimos 3 meses.

Diseño del estudio

El trabajo de investigación consistió en una entrevista nutricional previa al estudio, un día de ensayo experimental y un periodo de medición de actividad física de 5 días. Todas las voluntarias seleccionadas para el Proyecto fueron citadas para la realización de una historia dietética detallada mediante un recordatorio de 24 horas y un cuestionario de frecuencia de consumo y de actividad física en la consulta nutricional previa. Durante el día de ensayo experimental, las participantes fueron sometidas a pruebas bioquímicas, de estimación de metabolismo basal por calorimetría indirecta y composición corporal. Las voluntarias fueron asesoradas para llevar a cabo una evaluación de la actividad física habitual durante 5 días (3 días de semana y 2 de fin de semana) con un acelerómetro.

Material y método

Las medidas antropométricas directas realizadas en este estudio han incluido el peso y la altura, pliegues cutáneos, perímetro braquial, circunferencia de la cintura y de la cadera. Con los datos obtenidos se determinaron los siguientes

parámetros indirectos: índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal y masa grasa (1,2). Además, la bioimpedancia eléctrica se utilizó como complemento para valorar la composición corporal siguiendo prácticas validadas (2).

Todas las determinaciones antropométricas llevadas a cabo en este estudio se efectuaron a primera hora de la mañana y en ayunas. Cada medida se realizó tres veces y se determinó el valor medio. Las voluntarias se encontraban descalzas y con bata de exploración en el momento de la valoración. Los equipos utilizados para llevar a cabo la valoración antropométrica fueron una balanza y tallímetro de precisión, un compás de medidas de pliegues cutáneos o lipocalibre, una cinta métrica inelástica y un impedanciómetro modelo "QuadScan 4000 y MultiScan 5000" (Bodystat) constituido por cuatro polos o electrodos superficiales, que se colocan en las manos y pies del sujeto (2).

La calorimetría indirecta se utilizó con el fin de estimar la tasa metabólica midiendo el consumo de oxígeno, la producción de dióxido de carbono y la excreción de nitrógeno ureico urinario (3). Además, permitió determinar "in vivo" la oxidación de macronutrientes, así como las proporciones relativas de combustión aplicando las ecuaciones correspondientes (3).

Las determinaciones calorimétricas se realizaron con un monitor metabólico Deltatrac II MBM-200 de Datex Engstrom, equipado con una campana ventilada ("canopy"), donde las mediciones de oxígeno y dióxido de carbono son continuas, ofreciendo valores minuto a minuto. El aparato fue calibrado cada mañana antes de realizar las mediciones. Cada tres días se realizó un test de alcohol con el objetivo de comprobar que el equipo medía correctamente el oxígeno consumido y dióxido de carbono producido de un sustrato energético conocido.

La oxidación proteica neta se valoró midiendo la excreción urinaria de nitrógeno teniendo en cuenta que la molécula de urea tiene dos átomos de nitrógeno (3). La concentración de nitrógeno urinario se calculó a partir de la medida de la concentración de urea en orina de 12 horas mediante un método enzimático con ureasa, automatizado en un equipo COBAS MIRA (Roche, Suiza).

La tasa metabólica basal se midió a primera hora de la mañana y tras 12 horas de ayuno. La voluntaria acudió a la Unidad de Intervención Nutricional, en coche o en autobús con el fin de evitar el ejercicio, y permaneció tumbada una hora antes de realizar la determinación. Las participantes fueron advertidas para no realizar ejercicio físico intenso, ni beber alcohol en exceso durante las 72 horas previas a la medición.

La determinación de la ingesta dietética proporciona una estimación cuantitativa y cualitativa de la ingesta de un alimento o nutriente durante un periodo determinado de tiempo, caracterizando el patrón alimentario de un sujeto o grupo de población (4). La historia dietética en este estudio

se basó en la realización de un recuerdo de 24 horas y un cuestionario de hábitos y frecuencia de consumo. Ambos métodos se emplean conjuntamente, ya que la utilización de los dos se complementa, obteniéndose una información más amplia y completa (4). Posteriormente, se usaron tablas de composición de alimentos españolas (5,6) para calcular la cantidad de macronutrientes ingerida (g/día).

El recuerdo de 24 horas fue realizado por una dietista entrenada y se destinaron alrededor de 45 minutos para la obtención de la descripción detallada de los alimentos y bebidas consumidas en el día anterior. Además, se utilizaron ayudas visuales, como fotografías de alimentos o platos cocinados, para precisar cantidades y porciones consumidas a partir de la información aportada por el voluntario.

El cuestionario de frecuencia de consumo alimentario (CFCA) que se ha utilizado en este estudio, para evaluar la ingesta de los sujetos de la población, ha sido previamente desarrollado, validado, probado y refinado por el Departamento de Nutrición de la Harvard School of Public Health (7) y luego fue traducido, adaptado y validado en España por Martín-Moreno y colaboradores (8).

El cuestionario de AF utilizado también ha sido adaptado de las cohortes de Harvard School of Public Health (Figura 1), estando diseñado para cuantificar la cantidad de ejercicio físico que se realiza en el tipo libre y estilo de vida más o menos sedentario, que tiene la población (9). El objetivo de esta encuesta es calcular el nivel de actividad física, para ello cada individuo declara su participación en las actividades propuestas y el tiempo dedicado a cada una (9). La actividad física fue estimada a través de un índice metabólico equivalente (MET), asignando un múltiplo de la tasa metabólica a cada actividad realizada durante la semana (10). Los METs representan la razón entre la energía gastada durante una actividad física concreta y la tasa metabólica en reposo y son independientes del peso corporal. El tiempo en horas consumido en la realización de cada una de las actividades fue multiplicado por el número de METs específicos a cada actividad y sumados para todas las actividades, obteniéndose así el valor de METs-horas semanales. Los METs asignados a cada actividad física fueron los recomendados por el cuestionario de Paffenbarguer y en compendio de actividades físicas (9,11,12). Esta medida (METs-horas semanales) informa sobre la cantidad y la intensidad relativa de ejercicio en el tiempo libre durante una semana para cada individuo.

Otro objetivo de este cuestionario de inactividad es medir el nivel de sedentarismo en el tiempo libre (Figura 1). Para ello cada individuo declara las horas al día que dedica como término medio en las siguientes actividades propuestas: ver televisión – video, sentado ante pantalla ordenador, conduciendo, estar sentado (en total), dormir por las noches, dormir la siesta, tomando el sol (verano), tomando el sol (invierno), salir con los amigos, de pie en el trabajo, tareas

domésticas, y actividad en el trabajo más intensa que estar de pie; en un día normal de trabajo entre semana y en un día típico de fin de semana (10). La interpretación de los datos de los cuestionarios se basó en la estimación de dos índices: el índice de actividad física y el índice de sedentarismo. El índice de actividad física se estableció como la sumatoria de las horas/semana (expresado en METs) empleadas en andar, realizar tareas domésticas, estar de pie en el trabajo y efectuar actividades más intensas que estar de pie. El índice de sedentarismo consistió en la sumatoria de las horas/semana sentado en total, viendo televisión o video, sentado frente al ordenador y durmiendo la siesta.

La actividad física habitual de las voluntarias también se midió mediante un acelerómetro triaxial denominado RT3 TRITRAC Research Tracker (Stayhealthy, California), el cual mide la frecuencia y la magnitud de las aceleraciones y desaceleraciones, con intervalos de 1 minuto, en tres dimensiones: anteroposterior (X), medio-lateral (Y), y vertical (Z). Las mujeres obesas llevaron el tritrac durante 3 días de semana y 2 de fin de semana, quitándose solo para dormir y bañarse sin modificar su actividad física habitual (13).

La medición de la frecuencia cardíaca máxima, promedio y mínima en reposo y tras 12 horas de ayuno, se efectuó mediante un monitor del ritmo cardíaco denominado POLAR VANTAGE NV durante la calorimetría basal efectuada el día de ensayo (14).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS para Windows versión 11.0 (SPSS, Inc., Chicago), seleccionándose los siguientes estadísticos descriptivos: la media aritmética, como medida de tendencia central y la desviación típica de la media, como medida de dispersión.

En lo que respecta a la estadística inferencial, para establecer posibles asociaciones entre las diferentes variables antropométricas, metabólicas, de frecuencia cardíaca y de hábitos alimentarios con la actividad física, se utilizaron los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman según el criterio de normalidad de las variables establecido con el test de normalidad de Kolmogorov – Smirnov (Lilliefors). También se calcularon coeficientes de correlación parciales controlando por edad e índice de masa corporal.

Con el fin de establecer una correlación entre los resultados obtenidos a través del acelerómetro triaxial y el cuestionario de actividad física; se diseñó un ratio sedentarismo / actividad. En todos los casos, se utilizó un nivel mínimo de significación de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Características de la población

El grupo de voluntarios estuvo constituido por 40 mujeres

FIGURA 1
Cuestionario de actividad física

No me he hecho análisis No recuerdo
 < 35 (bajo) 36 - 60 (normal) > 60 (alto)

28. ¿Haces ejercicio? No Sí

29. ¿Cuánto tiempo por término medio dedicaste a las siguientes actividades en el último año?

	FRECUENCIA MEDIA DURANTE LA SEMANA										MESES AL AÑO		
	NUNCA	MINUTOS / SEMANA			HORAS / SEMANA						< 3	3 - 6	> 6
		1-4	5-19	20-59	< 1	1-1,5	2-3	4-6	7-10	≥ 11			
Andar o pasear fuera de casa (incluye golf)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Correr o hacer jogging despacio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Correr más competitivo y rápido (atletismo, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pasear en bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bicicleta estática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nadar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenis, frontón, squash, otros de raqueta o pala	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fútbol, futbito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros de equipo (baloncesto, balonmano...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baile, danza, aeróbic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excursiones al monte, escalada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gimnasia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuidado del jardín y/o piscina, bricolaje, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Esquí, patinaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Judo, karate u otras artes marciales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras actividades físicas-deporte no mencionadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

30. Tiempo por término medio en las siguientes actividades en el último año. Distingue y contesta ENTRE SEMANA y FIN DE SEMANA

TIEMPO AL DÍA	DÍA TÍPICO DE TRABAJO ENTRE SEMANA										DÍA TÍPICO DE FIN DE SEMANA														
	NUNCA	< 30 MIN.	30-60 MIN.	HORAS / DÍA							NUNCA	< 30 MIN.	30-60 MIN.	HORAS / DÍA											
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	6	7	8	9+	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5	6	7	8	9+	
Ver televisión-video	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sentado ante pantalla ordenador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conduciendo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estar sentado (en total)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dormir por las noches	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dormir la siesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomando el sol (verano)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomando el sol (Invierno)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saír con los amigos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De pie en el trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tareas domésticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Actividad en el trabajo más intensa que estar de pie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FUENTE: GARCÍA, M. (1991)

con una edad promedio de 34.3 ± 7.05 años (Tablas 1 y 2, Figura 2). Todas las voluntarias estudiadas presentaban valores de IMC $> 29,5 \text{ kg/m}^2$, de ratio cintura/cadera $< 0,90$ y una media de porcentaje de masa grasa de 43,3%.

TABLA 1

Tasa metabólica basal, tasas de oxidación de sustratos energéticos y frecuencia cardíaca de las voluntarias estudiadas.

Determinación	Media	D.S.
Tasa metabólica basal (kcal/24hs)	1720	256
Cociente respiratorio no proteico	0.79	0.0048
Oxidación de grasa (g/24hs)	111.5	33
Oxidación de glucosa (g/24hs)	98.3	57.9
Oxidación de proteínas (g/24hs)	57.4	25.3
F. cardíaca máxima (latidos/min)	82	10
F. cardíaca promedio (latidos/min)	66	6
F. cardíaca mínima (latidos/min)	59	5
Ejercicio según cuestionario (METS/hs/sem)	6.9	1.9
Ejercicio según acelerómetro (Kcal/día)	951	71

TABLA 2

Valor energético y composición de la dieta de la población en estudio según el cuestionario de frecuencia de consumo

Determinación	Media	D.S.
Kilocalorías ingeridas (kcal/día)	3344	1018
% de energía en H. de Carbono	43.1	8.4
% de energía en proteínas	16.4	2.9
% de energía en lípidos	40.3	8.3
Acido grasos poliinsaturados (g/día)	21.4	9.6
Acido grasos saturados (g/día)	44.9	15.7
Acido grasos monoinsaturados (g/día)	68.3	20.1

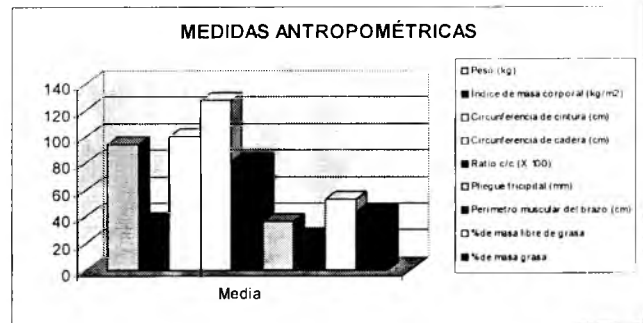
La tasa metabólica basal (TMB) se ha expresado en kilocalorías gastadas en 24 horas y las tasas de oxidación de los sustratos energéticos se ha presentado en gramos en 24 horas, con el objeto de unificar las variables y facilitar su comprensión (Tabla 1). El cociente respiratorio no proteico (CRNP) sugiere que el organismo esta utilizando un 71,7% de lípidos y un 28,3% de hidratos de carbono en la combustión para cubrir los requerimientos energéticos del organismo. Los valores de frecuencia cardíaca máxima, mínima y promedio se ha expresado en pulsaciones por minuto (Tabla 1). Los datos obtenidos se encuentran entre los valores normales para la población general (60-80 pulsaciones por minuto).

La ingesta energética diaria promedio fue de 3344 ± 1018 Kilocalorías/día (Tabla 2). El porcentaje de hidratos de carbono consumidos es de $43.0 \pm 8,4\%$; el porcentaje de lípidos fue de $40,3 \pm 8,2\%$; y el porcentaje de proteína es de $16,4 \pm 2,9\%$.

La proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados es aproximadamente de 2:3:1. La distribución de energía según los diferentes macronutrientes no reveló ninguna correlación ($p>0.05$) con el índice de masa corporal.

FIGURA 2

Composición corporal de la población en estudio



Los índices antropométricos relacionados con el sedentarismo no revelaron una asociación significativa ($P > 0,05$) en lo que respecta al ratio cintura/cadera y al porcentaje de grasa. Sin embargo, el peso y el índice de masa corporal (IMC) presentaron una correlación positiva ($P < 0,05$) con el índice de sedentarismo (Figura 3). Las determinaciones metabólicas, los parámetros de alimentación y la frecuencia cardíaca no mostraron asociaciones significativas ($P > 0,05$) con el índice de sedentarismo (Tabla 3).

TABLA 3

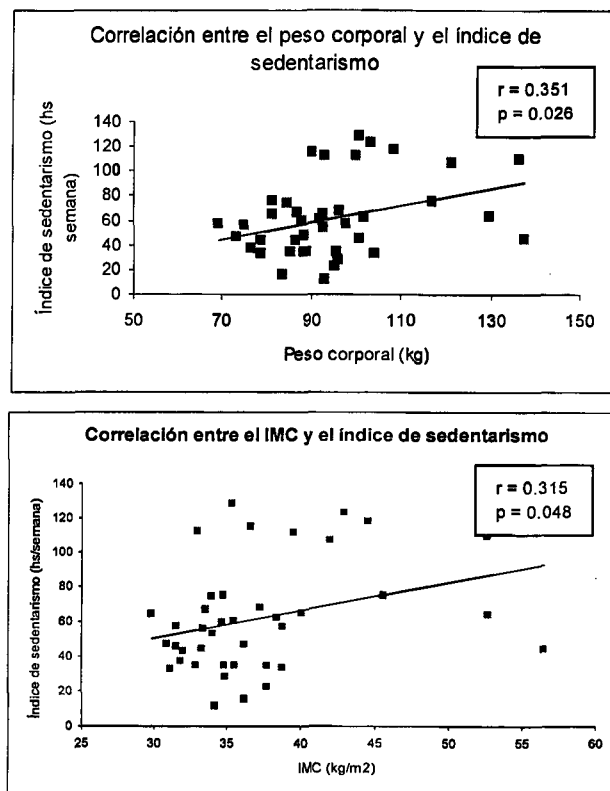
Correlaciones entre el índice de sedentarismo y las variables metabólicas, dietéticas y de frecuencia cardíaca de la población en estudio.

Determinación	r	p	signif.
Tasa metabólica basal (kcal/24hs)	0.205	0.205	n.s.
Cociente respiratorio no proteico	-0.122	0.451	n.s.
Oxidación de grasa (g/24hs)	0.172	0.289	n.s.
Oxidación de glucosa (g/24hs)	-0.084	0.605	n.s.
Oxidación de proteínas (g/24hs)	0.17	0.294	n.s.
F. cardíaca máxima (latidos/min)	-0.11	0.499	n.s.
F. cardíaca promedio (latidos/min)	-0.089	0.583	n.s.
F. cardíaca mínima (latidos/min)	-0.017	0.915	n.s.
Kilocalorías ingeridas (kcal/día)	0.069	0.683	n.s.
% de energía en carbohidratos	-0.045	0.79	n.s.
% de energía en proteínas	-0.157	0.353	n.s.
% de energía en lípidos	0.121	0.474	n.s.
Acidos grasos saturados (g/día)	0.009	0.956	n.s.
Acidos grasos monoinsaturados (g/día)	0.242	0.149	n.s.
Acidos grasos poliinsaturados (g/día)	0.099	0.558	n.s.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

FIGURA 3

Correlación entre el peso corporal, el IMC y el índice de sedentarismo en la población en estudio



Las variables antropométricas, metabólicas, de alimentación y frecuencia cardíaca no presentaron asociación ($p > 0.05$) con el índice de actividad estimado a partir de la sumatoria de las horas/semana empleadas en caminar, realizar tareas domésticas, estar de pie en el trabajo y efectuar actividades más intensas que estar de pie.

El peso corporal presentó una correlación positiva ($P < 0,05$) con la frecuencia cardíaca máxima, promedio y mínima de las voluntarias en estudio (Figura 4), indicando que a mayor peso corporal mayor frecuencia cardíaca.

Métodos de evaluación de actividad física

El ejercicio promedio fue de 6.9 METs/horas semana según los datos del cuestionario; el resultado medio de actividad según el acelerómetro triaxial fue de 951 Kcal/día y las medias de los índices de sedentarismo y actividad fue, respectivamente, de 61,9 y 109,3 (h/sem).

El cuestionario de AF reveló una asociación positiva altamente significativa ($p < 0,01$) con el acelerómetro triaxial (Figura 5). Los resultados del acelerómetro presentaron una asociación negativa altamente significativa ($p < 0,01$) con el índice de sedentarismo y el índice de actividad se correlacionó

negativamente con el índice de sedentarismo (figura 5). El ejercicio (METs), el índice de actividad y el acelerómetro triaxial se asociaron positivamente entre sí y negativamente con el índice de sedentarismo (Figura 5).

FIGURA 4

Correlación entre peso corporal y frecuencia cardíaca máxima, mínima y promedio de la población estudiada

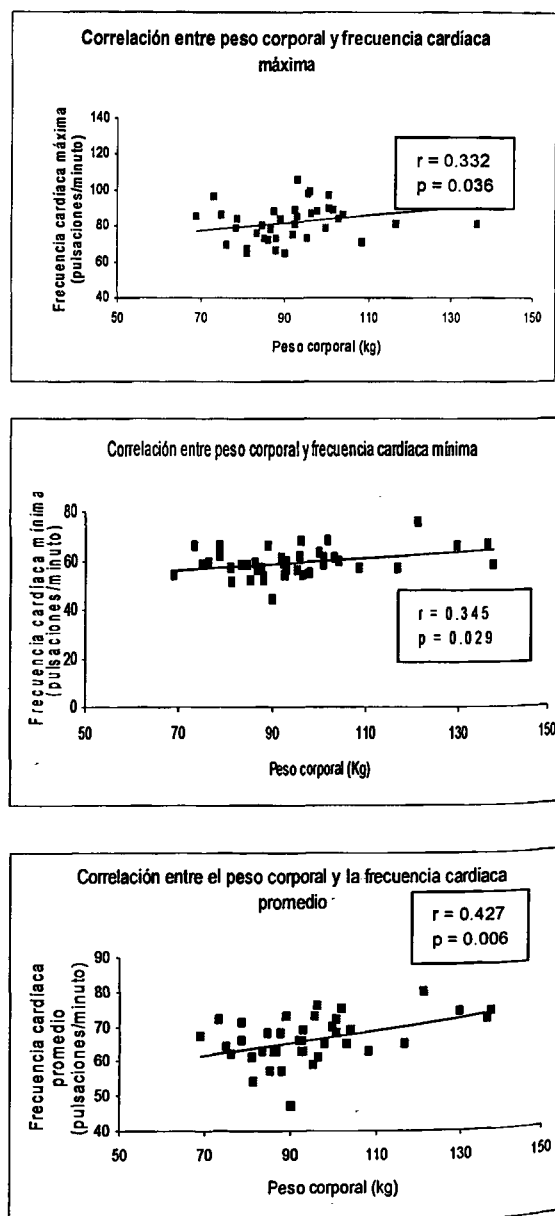
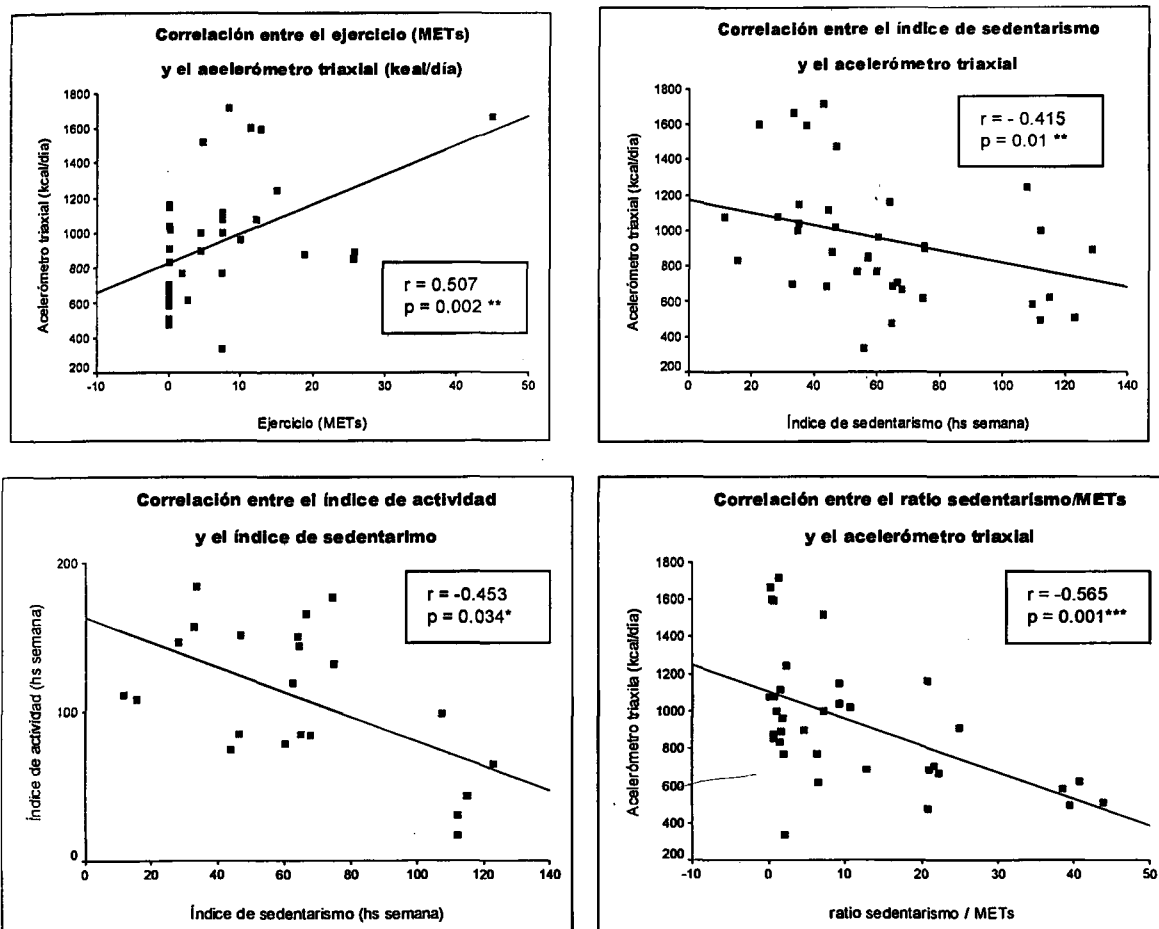


FIGURA 5

Correlación entre los diferentes métodos de medida de actividad física en la población estudiada



La correlación entre el ratio sedentarismo / ejercicio (METs) y los resultados del acelerómetro triaxial (Figura 5); y el resultado obtenido por la correlación controlada por edad e IMC revelan una asociación negativa ($r: -0.565$) estadísticamente muy significativa ($p < 0.001$) entre ambos métodos de evaluación de actividad física.

DISCUSION

Los factores implicados en el desarrollo y mantenimiento de un problema de salud como la obesidad son múltiples (15). Por ello, el objetivo de este trabajo consistió en describir una población obesa de sexo femenino según su actividad física y el tipo de alimentación, y comparar dos métodos de evaluación de actividad física en la población obesa.

Características de la población

El grupo de voluntarios estuvo constituido por mujeres obesas, con una media de IMC de $37,15 \text{ kg/m}^2$, el cual podría clasificarse como un grupo con obesidad grado II según el criterio de clasificación de la OMS (1). La población en estudio presentó una media de 43,34% de grasa corporal, permitiendo considerarla como en situación de obesidad (15). Las mujeres participantes presentaron una media de 0,82, por lo tanto, este tipo de obesidad se puede definir como obesidad ginoide, donde la mayor proporción de grasa se deposita en la zona glúteo-femoral. La obesidad ginoide se relaciona con alteraciones de tipo mecánico osteoarticulares y trastornos vasculares venosos en miembros inferiores, que pueden condicionar la actividad física (1,15).

En este sentido, algunos análisis transversales también demuestran una asociación con la cantidad de tiempo sentado

y el IMC (10), mientras que una baja participación en actividades deportivas, la falta de interés en la práctica de ejercicio y un gran número de horas sentado a la semana en el trabajo, son predictores estadísticamente significativos de obesidad (16). Los resultados de este estudio coinciden con los observados en otros trabajos respecto a la correlación positiva del IMC con el comportamiento sedentario (10,16). Estos datos, sin embargo, no ofrecen una explicación sobre la causa o la consecuencia de la relación inversa entre el ejercicio y el IMC, ya que no se puede establecer si el individuo obeso es menos activo debido a la obesidad, o si la menor realización de ejercicio es la causa del exceso de peso (1).

Una encuesta sobre salud y nutrición llevada a cabo entre 1971 y 1984 en 8300 individuos norteamericanos, mostró que niveles bajos de actividad física correlacionaban inversamente con el peso corporal (17). Otros estudios que utilizan indicadores indirectos de actividad física, como ver la televisión, número de coches y número de horas sentado en el tiempo libre o actividad física en el tiempo libre (10,18), son consistentes con la idea de que una reducción en el gasto energético podría ser uno de los mayores determinantes de la actual epidemia de obesidad (4). Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el sedentarismo puede contribuir a la explicación de la epidemia actual de obesidad (4).

La tasa metabólica basal contribuye en la mayoría de los individuos entre un 50 y 70% del gasto diario total. En este sentido, se han realizado diversos estudios para investigar el papel de un reducido gasto energético como factor significativo en la ganancia de peso corporal (19). Entre los factores que más afectan a la tasa metabólica en reposo (TMR) se encuentran la masa magra, la masa grasa, la edad y el sexo, que explican alrededor de 70 a 90% de la variabilidad de la TMR entre los individuos (20). Los valores de CRNP de la población en estudio coinciden con los que se determinan habitualmente en sujetos obesos, es decir con una tendencia a valores bajos indicadores de oxidación de grasa (21).

En este estudio, la población obesa presentaba índices de sedentarismo muy altos y gran dificultad para realizar ejercicio físico, impidiendo la determinación del grado de entrenamiento y la diferenciación según el tipo de actividad que se asocian a un aumento de la oxidación de grasa (22).

El porcentaje de hidratos de carbono consumidos fue levemente inferior a lo recomendado como equilibrado; el porcentaje de lípidos fue ligeramente superior; y el porcentaje de proteína es considerado como adecuado de acuerdo a las recomendaciones dietéticas para la población en general (1). La proporción de ácidos grasos saturados fue ligeramente superior a la recomendada para la población española en general. La ingesta diaria de ácidos grasos monoinsaturados es elevada y propia de la dieta mediterránea. La media en las voluntarias es superior a la hallada en los estudios americanos que más han contribuido a la epidemiología nutricional (23).

La distribución de energía según los diferentes macronutrientes no reveló ninguna correlación con el índice de masa corporal, probablemente debido a que los individuos obesos no declaran todo lo que consumen, bien porque ellos mismos no son conscientes o por miedo al rechazo. Estos resultados, podrían explicar la controversia que existe sobre la contribución de la cantidad de grasa de la dieta al desarrollo de la obesidad (15), o si por el contrario es irrelevante (24). Esto pudiera justificar en parte que no se encontró una correlación entre la prevalencia de obesidad y un aumento en la ingesta energética (25). Así, otros investigadores han demostrado la infravaloración de la ingesta declarada por individuos obesos (26), podría ser la causa de esta falta de asociación entre la obesidad y el aumento de la ingesta energética.

El cuestionario de frecuencia de consumo alimentario ha sido rellenado mediante una entrevista personalizada con cada una de la voluntarias del estudio, lo que confiere que la información sea más detallada y precisa, además de contribuir a minimizar el efecto del nivel cultural en la aptitud para responder correctamente. Además se evita otro punto importante a tener en cuenta, y es que el recuerdo de la dieta pasada tiende a ser influido por la dieta actual (27), habiéndose constatado que este problema es mejor controlado con estudios en los que los cuestionarios son realizados mediante entrevista personal (27).

Diversos estudios han mostrado que en situaciones de un balance energético positivo, aumento ponderal y de grasa corporal inducen a un aumento de la actividad simpática, probablemente como mecanismo contrarregulatorio al aumento de peso (28). En este estudio, a pesar de que las determinaciones de frecuencia cardíaca máxima, mínima y promedio se encontraron entre los valores normales para la población general, presentaron una asociación positiva con el peso corporal de las voluntarias, indicando que a mayor peso corporal mayor frecuencia cardíaca. La presencia de valores de frecuencia cardíaca superiores en sujetos con mayor peso encontrada en este estudio, ha sido igualmente observada por otros autores (29) y atribuidos a la existencia de hiperinsulinismo, que constituye un factor estimulante de la inervación simpática, que se a su vez se asocia con una frecuencia cardíaca elevada.

Métodos de evaluación de la actividad física

En el presente estudio, dos métodos de evaluación del gasto energético por actividad física fueron comparados: un acelerómetro triaxial (método directo) y un cuestionario de actividad física (método indirecto). Ambas herramientas de evaluación han sido utilizadas para medir varias dimensiones y atributos de la actividad física (20). Las ventajas y desventajas de cada uno de ellas depende de la población a estudiar y de los objetivos que se desean alcanzar (20).

El acelerómetro triaxial es especialmente útil para estudios

de gran precisión y para validación de métodos indirectos de estimación de actividad física (13,20), mientras que el cuestionario autodefinido de actividad física es práctico para la obtención de datos en muestras de tamaño muy grande, siendo de gran utilidad para el estudio y vigilancia de poblaciones. Pero éste método tiene un valor limitado en proyectos que requieren gran precisión como los ensayos clínicos, evaluación de programas, etc. (13,20).

El índice de actividad y el acelerómetro triaxial se asociaron positivamente entre sí y negativamente con el índice de sedentarismo, sugiriendo que todas las variables de interpretación de la actividad física utilizadas son apropiadas y de gran utilidad, de forma específica, en la población obesa (30).

En este trabajo se utilizó un acelerómetro triaxial como medida patrón para validar un cuestionario de actividad física. Los resultados de las diferentes correlaciones entre el índice de sedentarismo, el índice de actividad, el ratio sedentarismo/actividad, el ejercicio y el acelerómetro triaxial, indican que se correlacionan significativamente, confirmando la fiabilidad y la calidad de la evaluación de la actividad física a través del cuestionario autodefinido. Este resultado está de acuerdo con los obtenidos por otros autores (30,31).

Las conclusiones principales de este trabajo ponen de manifiesto que el sedentarismo está asociado a un mayor riesgo de obesidad y es un importante determinante de la creciente prevalencia de obesidad (31,32). Por lo tanto, el estilo de vida sedentario puede ser susceptible de variación y así posibilitar la prevención del desarrollo de la obesidad a través de adecuados programas y métodos de valoración de la actividad física, en las que los cuestionarios de AF pueden ser aplicados con fiabilidad.

REFERENCIAS

1. OMS report Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO consultation on Obesity, Genova: World Health Organization. (Technical series 894). 2000.
2. Marques-Lopes I, Russolillo G, Martínez JA. Valoración del estado nutricional. En: Alimentos y Nutrición en la práctica sanitaria. ed: Astiasarán A, Lasheras B, Ariño D, Martínez JA., 455-474. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 2002.
3. Jequier E. Methods of measuring energy expenditure and substrate utilization. *Diabetes Rev*, 1996;423-438.
4. Willett WC, Lenart E. Reproducibility and validity of food frequency questionnaires. En: *Nutritional Epidemiology*. (ed. Willett, W.C), 104-147. Ed. Oxford University Press, Boston. 1998.
5. Mataix J, Mañas M. Tablas de composición de alimentos españoles. Universidad de Granada, Granada. 2003.
6. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L. Tablas de composición de alimentos. Pirámide, Madrid. 2002.
7. Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, Rosner B, Bain C, Witschi J. Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 1985;122: 51-65.
8. Martín-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, Willett WC. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 1993;22: 512-519.
9. Chasan Taber S, Rimm EB, Stampfer MJ, Spiegelman D, Colditz GA, Giovannucci E, Ascherio A, Willett WC. Reproducibility and validity of a self-administered physical activity questionnaire for male health professionals. *Epidemiology* 1996;7: 81-86.
10. Martínez-Gonzalez MA, Martínez JA, Hu FB, Gibney MJ, Kearney J. Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *Int J Obes* 1999;23:1-10.
11. Paffenbarger RS, Jr. Wing AL, Hyde RT. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *Am J Epidemiol* 1978;108, 161-175.
12. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr., Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS, Jr. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25, 71-80.
13. Rowlands AV, Thomas PW, Eston RGM, Topping R. Validation of the RT3 triaxial accelerometer for the assessment of physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36: 518-24.
14. Tremblay A, Doucet E, Imbeault P. Physical activity and weight maintenance. *Int J Obes* 1999; 23: 50-54.
15. Bray GA, Bouchard C. Handbook of obesity (ed. Bray, G.A., Bouchard, C.) Marcel Dekker, New York. 2004.
16. Martínez JA, Kearney JM, Kafatos A, Paquet S & Martínez-Gonzalez MA. Variables independently associated with self reported obesity in the European Union. *Public Health Nutr* 1999;2: 125- 133.
17. Williamson DF. Intentional Weight loss: patterns in the general population and its association with morbidity. *Int J Obes* 1997;21, S14-19.
18. Coakley EH, Rimm EB, Colditz G, Kawachi I, Willett W. Predictors of weight change in men: results from the Health Professionals Follow up Study. *Int J Obes* 1998;22: 89-96.
19. Snitker S, Pratley RE, Nicolson M, Tataranni PA, Ravussin E. Relationship between muscle sympathetic nerve activity and plasma leptin concentration. *Obes Res* 1997;5: 338-40.
20. López Fontana CM, Martínez González MA, Martínez JA. Obesidad, metabolismo energético y medida de la actividad física. *Rev Esp Obes* 2003;1: 29-36.
21. Flatt JP, Tremblay A. Energy expenditure and substrate metabolism. En *Handbook of obesity*. (Ed. Bray, G.A, Bouchard, C, James, W.P.T.), 513-38, Marcel Dekker, Inc., New York. 1998.
22. Labayen I, Rodríguez C, Martínez JA. Nutrición y Obesidad. En: *Alimentos y Nutrición en la práctica sanitaria*. ed: Astiasarán, A., Lasheras, B., Ariño, D., Martínez, J.A.), 371-392. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 2002.
23. Simopoulos AP. n-3 fatty acids and human health: defining strategies for public policy. *Lipids* 2001;36: S83-9.
24. Willett WC. *Nutritional Epidemiology*. Oxford University Press, New York. 1998.
25. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. *Nature* 2000;404: 635-643.

26. Poppitt SD, Swann D, Black AE, Prentice AM. Assessment of selective under reporting of food intake by both obese and non obese women in a metabolic facility. *Int J Obes* 1998;22: 303-311.
27. Friedenreich CM, Slimani N, Riboli E. Measurement of past diet: review of previous and proposed methods. *Epidemiol Rev* 1992;14: 177-196.
28. Schwartz MW, Baskin DG, Kaiyala KJ, Woods SC. Model for the regulation of energy balance and adiposity by the central nervous system. *Am J Clin Nutr* 1999;69: 584-96.
29. Moan M, Hoiieggen A, Nordby G, Birkeland K, Eide I, Kjeldsen SE. The glucose clamp procedure activates the sympathetic nervous system even in the absence of hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab* 1995;80: 3151-4.
30. Tudor-Locke CE, Myers AM. Challenges and Opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Sports Med* 2001;3: 91-100.
31. Tehard B, Saris WH, Astrup A, Martinez JA, Taylor MA, Barbe P, Richterova B, Guy-Grand B, Sorensen TI, Oppert JM. Comparison of Two Physical Activity Questionnaires in Obese Subjects: The NUGENOB Study. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1535-1541.
32. Marti A, Moreno-Aliaga MJ, Hebebrand J, Martinez JA. Genes, lifestyles and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004;28:S29-36.

Recibido: 18-01-2005

Aceptado: 25-09-2005

Evaluación de manifestaciones tempranas de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles en población escolarizada de Cali - Colombia

Beatriz Gracia, Cecilia de Plata, Fabián Méndez, Martha Cruz, Jaime Leiva, Luis Conde, Alvaro Rueda, Mildrey Mosquera, Alberto Pradilla

Universidad del Valle Cali-Colombia, University of Southern California, Estados Unidos

RESUMEN. Colombia presenta cambios en la estructura de población y mortalidad similares a la de la mayoría de los países de América con un nivel avanzado de transición epidemiológica. Las enfermedades crónicas son la primera causa de muerte en los municipios con alta concentración urbana. Con el objetivo de identificar en escolares factores asociados con enfermedades crónicas no transmisibles del adulto se efectuó un estudio de la población escolar de Cali estratificando por edad, sexo y estrato socioeconómico (ESE). Por muestreo aleatorio se incluyeron 2.807 escolares de 14 colegios a en quienes se midió antropometría, consumo de alimentos, presión arterial, maduración sexual, capacidad física de trabajo y bioquímica sanguínea. Las medias de talla y peso encontradas fueron inferiores a la referencia internacional y superiores a estudios previos. Por el contrario los de masa corporal fueron superiores. El pico aparente de crecimiento fue 14 años en hombres y 11 en niñas. Madurez, 12 años en mujeres y 16,9 en hombres, menarca a los 11,9 años. La capacidad física de trabajo fue superior en el ESE bajo. Se encontró un porcentaje elevado de dislipidemias, 19,5% con presión sistólica ≥ 120 mm. y 24% con diastólica ≥ 70 mm. Consumo de energía y proteína adecuada pero alta en grasas y carbohidratos simples. No existen deficiencias de macronutrientes aunque sí en la ingesta de algunos minerales como calcio y hierro. Los hallazgos indican una población con consumo inadecuado, masa corporal y grasa elevada y dislipidemias, que puede representar riesgo de aumento de enfermedades crónicas en el futuro.

Palabras clave: Salud del escolar, salud del adolescente, nutrición, maduración sexual.

SUMMARY. Evaluation of early manifestations of chronic non transmitted diseases risk in school population in Cali - Colombia. Similar to other countries in America, Colombia and the Department of Valle present changes in their population structure and mortality suggesting an advanced epidemiological transition status. Grouped, chronic diseases represent the principal cause of death in municipalities with high urban concentration. To identify associated factors of chronic conditions later in life, school children stratified by age, socio-economic level and gender were studied. By random sampling of 14 schools 2.807 children were examined to measure: anthropometry, work capacity, food intake, sexual maturation, blood pressure, and blood levels of glucose and lipids. Weight and height for all ages and gender were lower than international reference but higher than in previous studies. On the contrary body mass indicators were higher. Work capacity adjusted for body weight was higher in low income children. Mean age of menarche was 11,9 years. The relative peak of growth was 11 years for girls and 14 for boys. Maturity was reached at 12 years in women and 17 in men. Blood lipids were considered high and borderline high in a large proportion of the students, while 19,5% had systolic blood pressure ≥ 120 mm. and 24% diastolic ≥ 70 . Intake of protein and energy was adequate, but diet was high in fat and sugar. There was not deficiency in macro nutrients but dietary intake of some minerals was low, specially iron and calcium. The findings indicate a population with unbalanced diet and disturbing high body mass and lipid concentration that could represent in the future an increase in the already high prevalence of chronic diseases.

Key words: School health, adolescent health, nutrition, sexual maturation.

INTRODUCCION

La importancia de la transición demográfica y epidemiológica fue reconocida desde hace muchos años en los países de altos ingresos, y más recientemente se ha comenzado a aceptar que un proceso similar ocurre en los países de ingresos medios y bajos (1), también llamados subdesarrollados. Existe, sin embargo, resistencia a aceptar que estén ocurriendo cambios en la alimentación y en los estilos de

Abreviaturas: ECNT: Enfermedades Crónicas No Transmisibles, ESE: Estrato Socio Económico, ZTE: Escore Z Talla edad; ZPE: Escore Z Peso edad, ZPT: Escore Z Peso talla, AMB: área muscular de brazo, CMB: circunferencia muscular de brazo, IMC: Índice de masa corporal, %GC: Porcentaje grasa corporal, PT: Pliegue tricípital.

vida en los países de ingresos medianos y bajos y que también en países de altos ingresos se encuentren grupos de población en fases de transición (2). Las condiciones que se consideran "enfermedades de afluencia," se han convertido en la manifestación moderna de la pobreza. Paradójicamente, los grupos de menores ingresos en los países ricos y los grupos de mayores ingresos en los países muy pobres, son los que presentan la mayor morbi-mortalidad por enfermedades crónicas asociadas con la alimentación (3-5). Adicionalmente, la tasa de mortalidad específica por enfermedades crónicas asociadas a la alimentación en edades entre 45 y 54 años es superior en los países de ingresos medios en comparación con países de ingresos altos (6).

En Colombia, y en Latinoamérica, la tasa de desnutrición infantil ha descendido en forma notoria, paralela a un movimiento de la población rural hacia las ciudades desde 1960 (7,8). Con la urbanización mejoraron las condiciones de vivienda, ingreso y servicios (9), han disminuido los factores asociados con la desnutrición infantil y ha aumentado la esperanza de vida al nacer. De otra parte, la transición demográfica explica parcialmente el incremento de las enfermedades crónicas asociadas con estilos de vida no saludable, que agrupadas representan más del 40% de las muertes en 19 departamentos de Colombia, y de las enfermedades cardiovasculares que representan 37% de la mortalidad en 12 de ellos, cifras superiores a las ocasionadas por infecciones, violencia y accidentes (10). Este fenómeno se ha reportado en la mayoría de los países de ingresos altos y medios, pero a pesar de esta evidencia, los planes y programas de la nación se centran aún en medidas para corrección de déficit en proteínas y algunas vitaminas.

La mayoría de las actividades en salud se orientaron en el pasado a modificar los factores que determinaban la morbilidad y mortalidad infantil (menores de 1 año) que representaban en algunos casos más de 30% del total de muertes. En comparación, los problemas del grupo de edad escolar indicados por las tasas de mortalidad eran mínimos, ignorando que la mayoría de los problemas de salud del adulto se originan en factores que existen o se generan en la infancia (11,12). Al disminuir la mortalidad infantil y del menor de cinco años, es necesario modificar los programas de salud en el preescolar y el escolar para identificar factores de riesgo que puedan existir o generarse durante este período. El futuro de los países depende en gran parte de tener una población educada, saludable y productiva, y el período de transición entre la infancia y la edad adulta provee la oportunidad de preparar estas condiciones (13).

Este estudio se efectuó con el propósito de describir en la población escolar de Cali, Colombia, algunos parámetros físicos, bioquímicos y de consumo de alimentos que pudieran estar asociados a problemas de salud en la edad adulta. Así mismo este estudio permitió diseñar una metodología integral

de evaluación de la población escolar para ser aplicada en otras localidades.

METODOS

Se realizó un estudio de prevalencia en la zona urbana de la ciudad de Cali, situada en el valle del río Cauca, al sur occidente de Colombia. La ciudad tiene más de 2'000.000 de habitantes y se encuentra a 950 m de altitud sobre el nivel del mar.

La población objetivo la constituyó el total de niños y adolescentes entre 7 y 18 años, escolarizados, de establecimientos oficiales y privados de primaria y secundaria (n=318.916) inscritos en la Secretaría de Educación de la zona urbana de Cali, entre los meses de enero 1997 y septiembre de 1998.

Para la selección de la muestra se realizó muestreo estratificado por edad, género y nivel socioeconómico. El tamaño de la muestra se calculó para permitir un número de escolares, representativo de la población por edad, sexo, y estrato socioeconómico con las siguientes especificaciones: Clasificación socioeconómica reagrupando en 3 estratos (ESE) de los 6 que utiliza la Oficina de Catastro Municipal con base en condiciones de vivienda: Estrato bajo (1 y 2), Estrato medio (3 y 4) y Estrato alto (5 y 6). Clasificación por edad en años cumplidos: de 7 a 18 años (12 grupos) y por género: masculino y femenino. Esto es, un total de 72 celdas (3 estratos x 12 grupos de edad x 2 géneros). El cálculo se basó en el método de comparación de grupos según sus medias o proporciones (14) con un nivel de significancia del 5% y un poder del 80% para detectar una diferencia entre los valores esperados de la variable a medir en cada grupo igual al 80% de la desviación estándar común (supuesta) para cada grupo. Los cálculos estimaron un tamaño de 40 individuos por celda para un total de 2880.

La muestra fue obtenida de manera probabilística y por etapas, siguiendo inicialmente una estrategia de selección de agregados (colegios). Se obtuvo el listado de todos los establecimientos educativos de la ciudad con el número de estudiantes por edad y género de cada uno de ellos. Los establecimientos educativos fueron seleccionados de manera aleatoria y sistemática por cada estrato socioeconómico hasta completar el tamaño requerido de 2880. En cada colegio se incluyeron todos los alumnos para los cuales se obtuvo autorización de la familia verificando cada día el número alcanzado por edad y género. Si los números no eran suficientes se seleccionaba otra institución hasta alcanzar el tamaño esperado por celda.

Procedimientos

Previo obtención del consentimiento informado de los padres del escolar, tres equipos previamente estandarizados, compuestos por un nutricionista, un educador físico, un pe-

diatra, un residente de Pediatría, un auxiliar de laboratorio y un estudiante de postgrado en odontología pediátrica realizaron los procedimientos del estudio. Los escolares fueron citados en cada Institución por grupos para efectuar las medidas.

Las mediciones llevadas a cabo incluyeron: peso en kilogramos y un decimal, talla en metros y un decimal, pliegues corporales (tricipital, subescapular, abdominal y suprailíaco) en milímetros (adipómetro de Lange), circunferencias de abdomen, cintura y brazo en centímetros y un decimal (15) y la presión arterial en ambos brazos con manguitos apropiados para el tamaño del brazo. Se determinaron las características de maduración sexual utilizando la escala de Tanner (16,17) que establece cinco etapas en desarrollo basada en características del vello pubiano y senos en mujeres y vello pubiano y genitales externos en hombres, siendo la menarca el estadio 4. Además se obtuvo información sobre vello axilar en los dos géneros, y cambio de voz y ginecomastia en hombres. Adicionalmente, se determinó la capacidad física de trabajo (PW170) en kilogramos por minuto = $n1 + (n2 - n1) \times (170 - f1) / (f2 - f1)$; donde: n1 es el valor de la primera carga; n2, el valor de la segunda carga; f1, la frecuencia cardiaca de la primera carga; y f2, la frecuencia cardiaca de la segunda carga. Para la determinación del PW170 se desarrolló la prueba del escalón en dos tiempos, que consiste en subir y bajar un escalón de altura variada de acuerdo con las posibilidades del sujeto a una frecuencia de 20 pasos por minuto para la primera carga de 3 minutos y 30 pasos para la segunda carga de igual tiempo con 1 minuto de descanso entre las dos. Se derivó el consumo máximo de oxígeno ($Vo2max = PWC170 \times 1,7 + 1240$). La frecuencia cardiaca durante el procedimiento se estableció con pulsímetros digitales (18,19). Se tomaron muestras de sangre venosa después de 12 horas de ayuno para evaluaciones bioquímicas.

A todos los participantes se les aplicó un cuestionario recordatorio de 24 horas y de frecuencia de consumo de alimentos. Previo al estudio se elaboró un cuestionario que fue validado con 100 estudiantes de diferentes niveles y edades (20) y de acuerdo con la información se definió un cuestionario codificado de frecuencia y el tamaño de las porciones usuales en la población. A los menores de 10 años el cuestionario se aplicó a la madre.

Se estimó la ingesta de energía y nutrientes y su porcentaje de adecuación (ingesta / recomendación) de acuerdo a las tablas de composición de alimentos disponibles para Colombia y otros países y las recomendaciones de energía y nutrientes para Colombia (21). Se calculó la distribución porcentual de energía derivada de proteína, grasa, carbohidratos complejos y azúcar. Grasa total y tipo, carbohidratos, fibra, y contribución porcentual de los alimentos a la ingesta de cada nutriente.

La concentración de colesterol total, colesterol HDL, triglicéridos y glucosa en suero se determinó utilizando métodos enzimático - colorimétricos. La concentración de LDL

se calculó utilizando la fórmula $[LDL \text{ colesterol} = \text{Colesterol Total} - (\text{HDL colesterol} + \text{triglicéridos} / 5)]$.

Manejo de datos y análisis estadístico

Se realizaron procedimientos de control de calidad a la digitación con rutinas de verificación automática y revisiones por contraste con los registros originales. Para el manejo de la información se construyó y digitó una base de datos en el programa Epi-info. El procesamiento y análisis de los datos de la dieta se efectuó con el programa CERES avalado por la FAO (Food and Agriculture Organization), la evaluación antropométrica se realizó con el programa EPINUT 6,04 (CDC, WHO), y otros análisis estadísticos con los programas SPSS 8.0 y STATA 7.0.

Con los datos obtenidos se estimaron la media y distribución del valor Z (score Z), los percentiles de talla-edad, peso-edad y peso-talla. Además se calculó el índice de masa corporal (IMC), la relación cintura / cadera (ICC), el porcentaje de grasa corporal (22) y el área y la circunferencia muscular del brazo (AMB y CMB) que se compararon entre sí y con poblaciones de referencia sugeridas por un Comité de Expertos de la OMS (23). Así mismo se establecieron la edad de maduración sexual, la potencia de trabajo absoluto y relativo (ajustado por peso corporal) a 170 pulsaciones por minuto (PWC170) y el consumo máximo de oxígeno ($VO2Max$) (24).

Se utilizaron los niveles de corte para lípidos plasmáticos sugeridos (25,26) por edad en "deseable", "borde alto" y "alto" para colesterol, triglicéridos y LDL; y en "deseable", "borde bajo" y "bajo", para HDL.

Se calcularon los promedios y los percentiles de cada variable por 6 grupos de edad (7 a 8, 9 a 10, 11 a 12, 13 a 14, 15 a 16, 17 a 18), y género. Para inferencias sobre la ciudad se ajustaron los resultados de acuerdo a la distribución de todos los escolares matriculados por género y estrato socioeconómico. Se efectuaron comparaciones entre variables por edad, género y estrato socioeconómico. Utilizando el Chi cuadrado de Pearson o ANOVA, según correspondiera. Se desarrollaron comparaciones múltiples (post-hoc) entre todas las variables según el estrato socioeconómico (Tukey, Dunnet). Adicionalmente, se efectuaron análisis de correlación y regresión lineal para evaluar la asociación entre las variables y ajustar por potenciales variables de confusión.

RESULTADOS

Catorce colegios fueron incluidos en el estudio para completar el tamaño de muestra planeado. De los 2.880 escolares que fueron invitados a participar, 73 escolares (2.5%) no se incluyeron en estos análisis por pérdida de información (n = 12) o por falta del consentimiento informado (n = 61). La muestra final fue, entonces, de 2807 escolares.

La matrícula total en la zona urbana de Cali en los años del estudio fue de 318.916 escolares de un potencial de población en edad escolar de 505.838. Esta última se distribuye en 34.9% de ESE bajo, 46.3% medio y 18.8% alto. En la población de niños matriculados en la zona urbana de Cali 27% son de ESE bajo, 53.3% de medio y 18.9% de alto. La diferencia puede explicarse por la alta deserción escolar que se presenta al finalizar primaria, especialmente en los estratos bajos. Al analizar por grupos de edad de 2 años se obtuvo un mínimo de 40 individuos por cada una de las 36 celdas. Para inferencias para la ciudad se ajustó el número de casos a la proporción de estudiantes matriculados de cada estrato de toda la ciudad.

No se encontró una buena correlación entre el estrato de la vivienda y el del colegio. Específicamente, se encontró correspondencia entre los estratos de vivienda y colegio en 95% de los estudiantes de estrato bajo, pero solo en 48% del estrato medio y en 69% del estrato alto. Debido a lo anterior se decidió utilizar el estrato del colegio como indicador de nivel socioeconómico, pues se consideró que refleja mejor el ingreso familiar real actual, medido por el precio de las matrículas escolares.

La media de talla alcanzada para toda la población fue inferior a la de la población de referencia internacional (CDC-OMS) con Z de $-0,56$, y 6,3% de los casos por debajo de -2 DE. El score Z disminuyó con la edad encontrándose a los 18 años en $-0,95$.

Las diferencias entre hombres y mujeres fueron mínimas en las edades previas a la adolescencia pero se hicieron mayores después de los 12 años. Los escolares de ESE alto tienen mayor talla que los de los ESE medio y bajo (Tukey HSD < 0.05). Para la población total la probabilidad para el ESE bajo de tener score Z inferior a -2 DE fue de 2.9 (IC 95%: 2.0 - 4,4) cuando se compara con el alto. La menarca se asoció con un incremento de 0,22 unidades del puntaje Z de talla en niñas de la misma edad, mientras que en niños la pubertad se asoció con un aumento promedio de casi 0,4 unidades del puntaje Z de talla. El promedio Z de peso edad encontrado fue de $-0,29$, también desviado hacia la izquierda y con diferencias de el ESE bajo con el medio y el alto (Dunnett T3 < 0.05) (Tablas 1 y 2).

TABLA 1
Media y desviación estándar (DE) de indicadores de composición corporal por grupos de edad en población escolarizada de Cali, Colombia

Edad (años)		Peso (kg)	Talla (cms)	ZTE	ZPE	ZPT	AMB	CMB	IMC	% GC	PT
7-8	Media	24,88	123,39	-0,19	-0,05	0,07	17,45	15,06	16,08	11,86	11,58
	DE	6,02	9,51	1,00	1,28	1,29	2,25	2,15	2,52	3,31	4,99
9-10	Media	31,85	135,60	-0,31	-0,19	0,14	18,54	15,98	17,16	13,21	13,41
	DE	7,50	6,98	,97	1,14	1,21	1,68	1,55	2,91	4,09	5,54
11-12	Media	40,10	146,44	-0,57	-0,29	0,02	19,89	17,22	18,46	14,42	14,89
	DE	10,17	10,48	1,02	1,10	1,00	2,10	2,03	3,32	4,30	5,81
13-14	Media	48,95	157,07	-0,53	-0,26		21,46	18,78	19,75	15,27	15,86
	DE	9,89	7,89	,96	1,01		2,67	2,68	3,42	4,09	6,46
15-16	Media	55,40	163,22	-0,66	-0,48		22,72	20,04	20,74	15,19	15,71
	DE	8,81	8,13	0,90	0,84		2,56	2,70	2,54	3,77	6,42
17-18	Media	58,26	164,31	-0,95	-0,58		23,55	20,94	21,53	15,62	15,47
	DE	9,81	8,56	0,98	0,96		2,77	2,91	2,88	4,19	6,88
Total	Media	43,48	148,89	-0,52	-0,30	0,09	20,62	18,01	18,97	14,32	14,60
	DE	14,54	16,68	0,99	1,07	1,24	3,13	3,10	3,49	4,17	6,23

ZTE: Escore Z Talla edad; ZPE: Escore Z Peso edad, ZPT: Escore Z Peso talla, AMB: área muscular de brazo, CMB: circunferencia muscular de brazo, IMC: Índice de masa corporal, %GC: Porcentaje grasa corporal, PT: Pliegue tricóipital.

TABLA 2
Media, desviación estándar y distribución porcentual de escore Z para peso, talla, peso talla de toda la población y por Estrato socio económico (ESE)

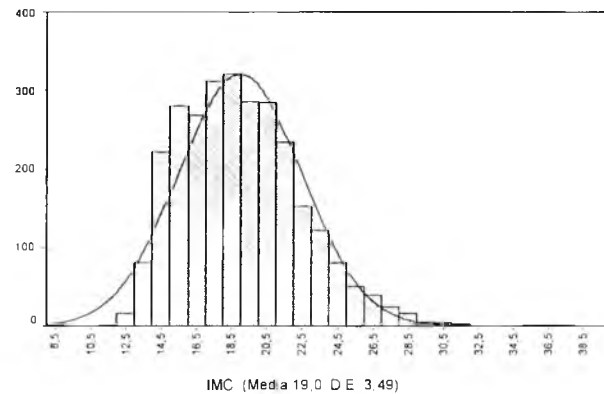
ESE	Escore Z	Media	Desviación Estándar	Proporción de niños según rangos de desviaciones estándar					
				<-2	-2 a -1	-1 a 0	0 a 1	1 a 2	>2
Bajo	ZTE	-0,82	0,96	9,5	33,6	37,6	15,9	3,0	0,4
	ZPE	-0,70	0,96	6,3	34,1	36,3	19,9	3,3	0,9
	ZPT	-0,37	1,14	3,8	25,9	34,7	24,1	7,4	4,1
Medio	ZTE	-0,51	0,91	5,0	24,7	42,3	23,2	4,2	0,6
	ZPE	-0,12	1,03	1,9	16,3	36,4	34,1	8,2	3,2
	ZPT	0,52	0,95	1,1	3,3	18,7	50,5	19,8	6,6
Alto	ZTE	-0,18	0,98	3,5	15,4	41,7	28,1	9,0	2,3
	ZPE	0,03	1,07	1,2	14,6	34,6	34,0	11,9	3,8
	ZPT	0,48	1,25	0,3	8,3	28,7	33,0	17,2	12,5
Total ajustado	ZTE	-0,54	0,96	6,3	26,6	39,3	22,2	4,7	0,8
Cali	ZPE	-0,26	1,06	3,4	22,4	34,1	30,1	7,4	2,7
	ZPT	0,16	1,23	1,7	15,9	28,1	32,1	14,8	7,4

ZTE: Escore Z Talla edad; ZPE: Escore Z Peso edad, ZPT: Escore Z Peso talla.

En las medidas de masa corporal (IMC, puntaje Z peso talla, pliegues, porcentaje de grasa corporal) se encontró una distribución desviada hacia la derecha en relación con las poblaciones de referencia. El promedio del puntaje Z de peso para la talla estaba ubicado alrededor de cero en la población total (+0,11); con 1,7% de la población total por debajo de -2 DE y 7,4% por encima de +2 DE. No se observaron casos por debajo de -3 DE pero sí por encima de +3 DE. (Tabla 1 y 2). Hubo diferencias entre el escore Z de peso para talla entre el ESE bajo (-0.37) y los demás, encontrándose que en el ESE medio era más elevado (0.52) que en el ESE alto (0.48). La distribución en ESE medio y alto mostró una mayor proporción de casos por encima de la media. El ESE bajo presentó una distribución más amplia y una mayor proporción por debajo de la media. El Índice de Masa corporal (IMC), el pliegue tricúspital y el área y circunferencia muscular de brazo fueron diferentes entre todos los estratos, siendo el ESE medio el que se encontró con una mayor proporción de grasa corporal. (Tukey HSD < 0.05).

La diferencia encontrada entre el valor de IMC del percentil 5 con el de 50 fue tres veces menor que la diferencia entre el 50 y el 95, similar a lo descrito en poblaciones de referencia, lo que sugiere una distribución sesgada hacia valores elevados (Figura 1). De otra parte, el IMC fue similar entre los géneros antes de la pubertad y aumentó en mujeres a partir de la menarca. La diferencia con la población de referencia fue más manifiesta en las edades superiores. Similares hallazgos fueron encontrados con los percentiles de pliegues y de otras medidas de volumen corporal para los dos sexos y para la mayoría de los grupos de edad.

FIGURA 1
Distribución del Índice de Masa Corporal en escolares



Se encontró además que las mujeres tenían en promedio 2,2% más de grasa corporal que los hombres. El índice cintura cadera fue mayor de 0.85 en 8,2% en los hombres y mayor de 0.75 en el 41% de las mujeres mayores de 13 años. Las diferencias de grasa corporal entre hombres y mujeres fueron menores en el ESE alto pero las diferencias por género no fueron significantes. Hubo una mayor proporción de niños y niñas por arriba del percentil 95 de su distribución del IMC para su edad en los ESE medio y alto que en el ESE bajo ($p < 0.05$).

Por cada año de edad el porcentaje de grasa corporal se halló que aumenta en promedio un 0.4%. Los ESE medio y

alto tienen en promedio 1.7% y 1.5% mayor de proporción de grasa corporal que el ESE bajo. Con la menarquia se observó un aumento de grasa corporal y una disminución de las diferencias entre los ESE.

Aunque no puede interpretarse como una velocidad de crecimiento, por no ser datos de un estudio de cohorte, la media de talla por edad muestra un incremento de 5 a 7 cm. / año desde los 11 años en los hombres y 8 en las mujeres con un máximo a los 14 años en hombres y 11 en las mujeres a partir

de los cuales disminuye. En las mujeres la máxima diferencia coincide con la menarquia con un aumento del promedio de talla importante en el año siguiente. La edad promedio de la primera menstruación para Cali fue 11,9 años ($\pm 1,25$) con una edad mínima a los 8 años y una edad máxima de 16 años (Tabla 3). El desarrollo genital masculino se inició en algunos casos desde los 9 años pero en la mayoría comenzó a los 12 y completó a los 15.

TABLA 3
Media de edad de aparición de indicadores de maduración sexual

		Hombres		Mujeres	
		Media Edad	Desviación Estándar	Media Edad	Desviación Estándar
Vello pubiano	Estado P2	13,1	0,97	11,3	1,39
	Estado P3	14,2	1,16	13,0	1,48
	Estado P4	15,9	1,35	14,7	1,76
	Estado P5	16,9	1,07	15,8	1,50
Vello axilar	Abundante	16,8	1,19	16,7	1,12
	Moderado	16,1	1,30	15,4	1,05
	Escaso	14,9	2,20	13,5	0,87
Velocidad máxima aparente de crecimiento		14,0		11,0	
Desarrollo mamario		NA	NA	11,0	1,37
Menarquia				12,0	1,25
	Edad mínima	NA	NA	8,0	
	Edad máxima	NA	NA	16,0	
Mama	S2	NA	NA	9,0	1,15
	S3	NA	NA	12,0	1,41
	S4	NA	NA	13,0	1,62
	S5	NA	NA	16,0	1,59
	Glándula mamaria ≥ 4	NA	NA	14,6	1,62
Crecimiento testículos	12,0	1,23	NA	NA	
Tamaño testicular	G2	11,0	0,95	NA	NA
	G3	13,0	1,00	NA	NA
	G4	15,0	1,50	NA	NA
	G5	16,0	1,80	NA	NA
	Volumen testicular (mm ³):				
	10	13,0	0,90	NA	NA
	15	14,0	1,20	NA	NA
	> 15	15,8	1,50	NA	NA

NA: No aplica

Se analizaron las cifras de presión arterial crudas y ajustadas por talla y edad (27,28). De acuerdo con los límites sugeridos para el percentil de la talla, se encontraron 101 niñas y 100 niños con presión arterial elevada. El 17% de los escolares tenía presión arterial sistólica entre 120 y 129 y 3% superior a 130 mm. Se encontró presión arterial =120 mm. en 20,4% de la población total (Tabla 4) con menor proporción en las edades menores. Caso similar ocurrió con la presión diastólica. La media de ingesta de sodio fue de 688 miligramos por día sin considerar la sal de mesa y se encontró que estaba asociada de manera positiva ($p < 0,01$) con la presión arterial sistólica, el consumo máximo de oxígeno (VO₂Max) y el IMC, pero no con presión diastólica.

TABLA 4
Distribución de la presión arterial sistólica por género para todas las edades

Presión arterial (mm. Hg)	Hombre %	Mujer %	Total %
<90	5,6	7,0	6,3
90-99	12,6	17,0	14,9
100-109	30,1	45,2	37,9
110-119	24,3	16,9	20,5
120-129	22,8	11,8	17,1
>130	4,6	2,1	3,3

En todas las edades se encontraron niveles de colesterol superiores a los deseables en un 40% de la población. El percentil 95 de colesterol fue superior a 200 en todas las edades excepto en el grupo de 17-18 años. El percentil 95 de triglicéridos y LDL fue superior a 125 y 135 respectivamente. Los promedio de Colesterol total (168 ± 31), LDL (104 ± 29), HDL ($47,2 \pm 13,6$) y Triglicéridos ($85,2 \pm 44,3$) se encontraron dentro de los límites normales o el límite alto, pero su distribución muestra casi la mitad dentro de cifras consideradas límite alto y alto. Solo 50 a 60% de la población tenía niveles de colesterol, LDL y TAG considerados como deseables y 10 a 20% en niveles altos. El resto se encontró en niveles considerados como límite alto. En cuanto al HDL, 60% de los individuos tenía niveles deseables mientras que 20% los tenían bajos. La glicemia fue más baja (Dunnett $C < 0.05$) en el estrato medio (77.7) que en el bajo y alto (79.9 y 79.5) y se encontró con una correlación positiva con el IMC y triglicéridos pero no con porcentaje de grasa corporal.

Hubo diferencia entre todos los ESE en la concentración de HDL y LDL siendo el ESE medio el que presentó la concentración de LDL más alta y la más baja de HDL. El colesterol y los triglicéridos fueron menores en el ESE bajo (Dunnett C) en comparación con los estratos medio y alto, que a su vez fueron similares entre sí (Tabla 5).

TABLA 5
Media, desviación estándar y proporción de escolares en niveles recomendados según clasificación de Kwiterowich (26) (deseable, límite y alto o bajo para HDL) de lípidos sanguíneos según estrato socio económico (ESE) y en la población total ajustada

ESE	Lípido	Media	Desviación Estándar	%Deseable	%Borde	%Alto ó bajo
Bajo	Colesterol	161,3 ^a	±31	65,1	23,5	11,4
	LDL	92,9 ^a	±28	76,9	13,0	10,1
	TAG	74,9 ^a	±35	70,5	20,2	9,3
	HDL	53,3 ^a	±12	75,7	19,3	5,0
Medio	Colesterol	172,2 ^b	±30	49,6	32,9	17,5
	LDL	115,1 ^b	±26	45,3	27,7	27,0
	TAG	92,5 ^b	±49	56,3	28,1	15,6
	HDL	38,4 ^b	±7	19,4	47,8	32,8
Alto	Colesterol	173,9 ^b	±32	46,3	34,4	19,3
	LDL	100,9 ^c	±27	64,2	21,6	14,3
	TAG	84,6 ^b	±46	62,8	22,9	14,3
	HDL	55,9 ^a	±14	76,4	17,5	6,1
Total	Colesterol	168,3	±31	54,7	29,5	15,8
	LDL	101,3	±29	60,2	21,1	18,7
	TAG	82,7	±43	62,6	24,2	13,2
	HDL	50,3	±14	18,6	32,7	48,6

a, b, c: Las diferencias entre niveles de lípidos de los estratos son significantes cuando las letras son diferentes. Letras iguales: no hay diferencia significativa para Dunnett $C < 0.05$

La concentración de colesterol total y colesterol LDL fue constante entre los 6-10 años y luego se encontró una disminución, especialmente en los varones. El colesterol total, LDL y HDL disminuyeron hasta los 18 años de edad. Los triglicéridos aumentaron en las niñas entre los 11-13 años de edad al mismo tiempo que disminuía la concentración de colesterol HDL.

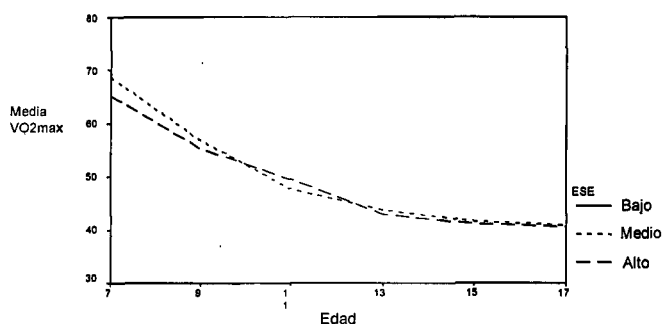
Se analizó la capacidad física de trabajo como indicador de la actividad física regular. Los valores absolutos en los dos sexos siguieron los cambios en maduración sexual. El promedio entre los 7 y los 17 años aumentó en mujeres 260,8 kg. / min., y en los en hombres, 501 kg. /min. Sin embargo, las variaciones por edad de PWC170 y el VO₂Max no fueron significantes cuando los valores se ajustaron por peso o masa libre de grasa. El VO₂Max ajustado fue superior en el ESE bajo hasta los 14 años de edad en comparación con los otros estratos, que fueron similares entre si (Dunnett $T3 < 0.05$) (Figura 2).

Se encontró en toda la población un alto consumo de arroz, que contribuye con un porcentaje grande al total de las kilocalorías, de las proteínas, de los carbohidratos y del calcio de la dieta. Hay variación en la fuente de grasas y aceites en algunos grupos. El consumo de pescado es muy bajo. De igual manera, se encontró un alto consumo de productos fritos o procesados y empaquetados que tienen un alto contenido

do de grasas saturadas e hidrogenadas (trans) especialmente en el ESE medio, y un alto consumo de embutidos y carnes especialmente en el ESE alto. Aunque el consumo de azúcar es elevado en todos los ESE, su fuente principal en el ESE alto son las gaseosas. En estos análisis no se encontraron diferencias en el consumo por sexo.

FIGURA 2

Consumo máximo de oxígeno por ESE ajustado por peso



La ingesta de proteína es alta. La adecuación promedio de proteína fue de 141% en toda la población y representó el 12% de la energía. De otra parte, los carbohidratos (CHO) totales representaron 55% del total de energía, de los cuales 41% correspondieron a CHO complejos y 13,8% a azúcar y panela. El porcentaje de kilocalorías proveniente de grasa es

mayor de 32%. No se encontró diferencias en la proporción de energía proveniente de grasa, azúcar y proteína entre los 3 ESE (Figura 3). El promedio de ingesta de colesterol y la relación grasa saturada / poli-insaturada se halló elevado en todas las edades. Las grasas saturadas contribuyeron con más del 10% de la energía, aunque las mujeres consumen 41 gramos menos de colesterol que los hombres (Tablas 6, 7).

FIGURA 3

Contribución porcentual de energía de proteína, grasa, carbohidratos complejos y azúcar según estrato socioeconómico (ESE)

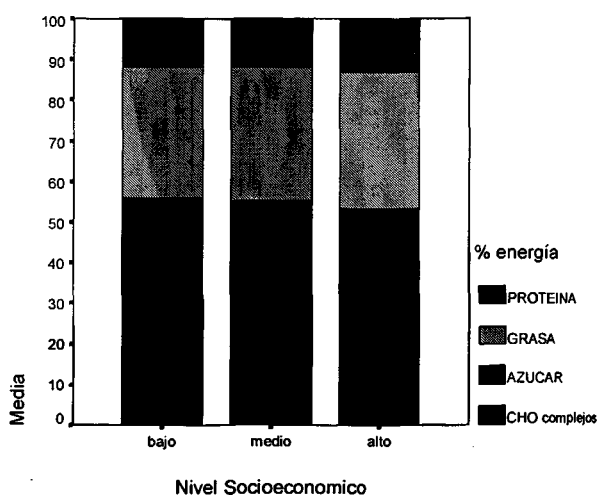


TABLA 6

Media y desviación estándar de adecuación de nutrientes por estrato (Consumo / recomendaciones)

Nutriente	ESE bajo		ESE medio		ESE alto		Total	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Ácido ascórbico	172,3	138,8	196,5	157,3	222,5	162,9	195,8	153,7
Ácido fólico	126,9	133,5	147,0	162,0	147,9	141,5	139,3	144,3
Vitamina A y E	72,4	145,1	90,8	186,0	105,9	167,4	85,4	172,3
Vitamina B6	57,9	31,8	70,1	35,7	77,9	39,2	67,9	36,5
Vitamina B12	242,6	702,6	301,4	901,8	318,4	807,7	283,8	794,2
Riboflavina	62,4	37,6	82,1	50,3	102,1	51,9		
Hierro	58,8	33,1	65,7	41,9	74,8	39,1	64,7	39,5
Zinc	129,1	66,3	149,5	74,1	159,0	80,4	143,6	73,2
Kilocalorías	89,4	29,6	105,5	33,2	107,7	34,0	99,8	33,2
Proteína	124,4	51,0	143,9	58,0	172,7	65,8	141,3	59,3

TABLA 7

Proporción de la población escolarizada ubicada en cuatro cuartiles de adecuación de algunos nutrientes por ESE

Nutriente		ESE bajo. Cuartiles				ESE medio. Cuartiles				ESE alto. Cuartiles			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zn	%	30,7	27,2	24,5	17,6	21,9	22,9	25,0	30,2	21,6	23,0	25,6	29,8
Fe	%	30,0	27,8	24,6	17,6	25,0	26,6	24,5	24,0	19,9	21,4	25,7	33,0
Ca	%	39,0	27,8	21,6	11,5	21,2	25,0	27,3	26,6	12,8	22,2	27,2	37,8
Kilocalorías	%	35,2	28,7	20,4	15,7	15,6	25,2	28,3	30,9	19,5	21,1	28,1	31,3
Proteínas	%	36,9	26,3	24,8	12,1	21,5	28,0	26,2	24,3	14,8	22,2	24,6	38,5
Vitamina A	%	36,0	27,3	21,3	15,4	23,4	25,7	26,9	24,0	14,6	22,4	27,8	35,3

Se observaron adecuaciones bajas para calcio y hierro en toda la población. Las mujeres tienen una adecuación menor que los hombres. La adecuación de ácido fólico, de ácido ascórbico y de zinc fue superior a 100% en toda la población. Las cantidades ingeridas de vitamina A (equivalentes de retinol) presentaron gran dispersión, aunque fueron adecuadas. En general, los promedios de adecuación fueron superiores en los ESE medio y alto. Solo hay diferencias significantes entre los estratos en el consumo de Ca, Fe, niacina, proteína, riboflavina, tiamina y Vitamina B6 siendo inferior en el bajo.

DISCUSION

Este estudio de prevalencia describe en escolares de la ciudad de Cali factores asociados con enfermedades crónicas no transmisibles del adulto. Dada la alta deserción escolar, especialmente en los estratos de bajos ingresos, es posible que los resultados encontrados en la población matriculada puedan reflejar solo parcialmente a la población en edad escolar de la ciudad. No obstante, y aunque es posible que las características de la población que no asiste a instituciones escolares sean diferentes, los resultados obtenidos permiten elaborar una línea de base sobre condiciones de riesgo para enfermedades de los adultos de los próximos 30 años.

La población escolar de Cali tiene una talla alcanzada inferior a la de referencia pero superior en todos los ESE como se reporta en estudios de talla efectuados previamente (29). La tendencia de aumento de talla para la edad en Colombia ha sido documentada desde el siglo pasado por 5 encuestas de representación nacional (30) y un estudio de jóvenes de 18 a 21 años (31). La comparación de la talla encontrada con estudios previos en la ciudad (32) parece ratificar el crecimiento secular de talla de la población colombiana que puede predecirse en todos los estudios donde el déficit de talla alcanzada es mayor en los grupos de mayor edad. Los grupos de menores ingresos tienen una talla inferior a los de niveles medio y alto. Gran parte de esta población lleva menos de una generación habitando la zona urbana y es posible que se requieran años para que desaparezcan las diferencias. La capacidad de recuperar déficit de talla después de los 3 años de

vida no parece posible (33). Esto hace asumir que la diferencia de talla entre grupos de diferentes ingresos corresponde a consecuencias de los cambios que han sucedido en el país en los últimos años.

En los escolares de Cali todas las medidas antropométricas que se relacionan con volumen y composición corporal (IMC, circunferencias, pliegues, AMB, CMB) muestran promedios elevados y con desviación hacia cifras altas cuando se comparan con la población de países de ingresos elevados (34). Los percentiles de todos son similares a los de la población de referencia y en algunos casos, superiores. Los percentiles 50 y 95 son superiores a los de la población francesa (35) y superiores a las halladas en el estudio nacional de escolares en 8 ciudades (29).

La composición de la dieta encontrada en todos los ESE indica un consumo elevado de grasas, azúcares refinados y proteínas. El alto consumo de grasa y otros aspectos del desarrollo social han sido asociados a la disminución de la edad de la pubertad. La edad de la menarca ha disminuido progresivamente en países de ingresos elevados y se mantiene alrededor de 15 años en comunidades rurales de países de muy bajos ingresos, lo que parece estar asociado con la desnutrición. El inicio de los estados de desarrollo en Cali, coinciden con los obtenidos en Inglaterra en 1960, Cuba, Brasil y otros países (16, 36-38). La menarca se presentó en Cali a los 11,9 años, con casos desde los 8 años; el pico de máxima velocidad de crecimiento a los 11 años en mujeres, similar al promedio de países de altos ingresos y más temprana que la reportada en 1979 cuando en población de bajos ingresos el 90% la presentó entre 13 y 15 años y en clase alta entre 12 y 13 (39). Estos hallazgos son contrarios a la opinión de que la maduración sexual es tardía en Colombia por pertenecer al tercer mundo. Se encontraron diferencias en la aparición de vello que fue más tardía comparativamente con los nórdicos, quizá explicable en Colombia por el mestizaje.

La vida sedentaria tiene efectos fisiológicos reconocidos sobre la aparición de obesidad, diabetes tipo II, osteoporosis y otras condiciones crónicas (40). Entre los factores que influyen sobre el óptimo desarrollo físico y motor del menor está la actividad motora realizada diariamente por el escolar.

En zonas urbanas cada día es más frecuente que los niños sean enviados a hogares infantiles o guarderías desde los 2 años donde su actividad motora se reduce por debajo del mínimo recomendado. Es probable que el mayor nivel de capacidad física de trabajo ajustado para peso corporal en niños y jóvenes de ESE bajo refleje su ingreso más tardío a guarderías y mayor movilidad al carecer de vehículos propios.

Los cambios de los valores absolutos de capacidad física de trabajo observados en Cali siguen la misma tendencia que los cambios en talla y las etapas de maduración. La interacción entre las medidas de capacidad de trabajo, IMC y lípidos sugieren el papel de la actividad física como un factor de protección en el desarrollo de enfermedades crónicas.

La relevancia de la medida de presión arterial en la infancia ha tenido cambios substanciales. Se pasó del concepto de identificación de formas secundarias de hipertensión, renales y vasculares, a la búsqueda de factores de riesgo de hipertensión del adulto (12). Parece existir una asociación entre bajo peso al nacer y presencia de presión sistólica elevada más consistente en adultos que en el período de adolescencia. En la mayoría de las poblaciones la presión arterial aumenta con la edad y esta elevación puede comenzar muy temprano en la niñez. Las observaciones en Cali indican que una proporción elevada de escolares presenta cifras que pueden representar un riesgo en su edad adulta. El consumo de sal existente en muchos de los alimentos procesados podría aumentar este riesgo.

La hipertensión arterial es menos frecuente en la infancia que en la edad adulta pero existe evidencia de que las bases de la hipertensión del adulto se generan en edades tempranas, en los primeros 30 años de vida existen cambios hemodinámicos y del ventrículo con efectos adversos. Los niños tienen la tendencia a estar en los mismos rangos de presión arterial que sus padres y permanecer en ellos (41-43). Aunque el promedio es aceptable en Cali, a la edad de 17 años más del 40% de los casos tienen presión sistólica igual o superior a 120 mm asociada con niveles altos de grasa corporal, IMC y grosor de pliegues en comparación con la población con presiones inferiores. Un 7% de la población se encontró con cifras superiores a las esperadas por su talla. La acumulación de casos en los percentiles superiores significaría un riesgo elevado durante la edad adulta. El consumo de sal, incluyendo solo la cantidad existente en los alimentos, fue alto y tiene una correlación significativa con los niveles de presión arterial sistólica. El alto consumo de sal puede estar asociado a la utilización de alimentos procesados.

La concentración de lípidos es superior a la reportada en niños norteamericanos entre los 5 y los 19 años de edad, especialmente para colesterol total y triglicéridos (26,44). El percentil 95 de colesterol total y triglicéridos para la población de niños Cali es 19 y 35 mg/dl, mayor que la informada en el estudio de niños norteamericanos. Es superior también a

la reportada en grupos de 8-9 años que oscila entre 115 y 191 mg/dl, en Europa del Norte y Grecia (46-48).

Aunque los promedios de lípidos en la población estudiada se encuentran dentro de niveles deseables propuestos, solo alrededor de la mitad de ellos tenían colesterol, LDL, HDL y triglicéridos en estos niveles. La glucemia más baja en el ESE medio podría sugerir algún grado de resistencia a insulina en este grupo que presentaba además índices de masa corporal y dislipidemias más altos. La concentración de colesterol total y colesterol LDL es relativamente constante entre los 6-10 años a partir de los cuales disminuye considerablemente, sobre todo en los niños. Estos hallazgos coinciden con lo informado en estudios hechos en otros países y en los cuales se muestra que la concentración de colesterol total es mayor entre los 8-11 años de edad y luego decae hasta los 14 a partir de los cuales se reporta de nuevo un aumento gradual.

Los patrones alimentarios de los estudiantes de todos los estratos incluyen un consumo alto de azúcar refinada (representado en gaseosas, dulces y el utilizado en la mesa) y un porcentaje elevado de grasa y grasa saturada, que se reflejan en las medidas de volumen corporal, los lípidos sanguíneos y la presión arterial. No se observan deficiencias para proteínas, energía, zinc, ácido ascórbico, ácido fólico. La ingesta de vitamina A en el estrato bajo es menor que en los ESE medio y alto. Calcio, hierro y vitaminas del complejo B tienen las adecuaciones más bajas. Debe recordarse que la adecuación de energía y nutrientes se calcula sobre recomendaciones que cubren las necesidades del 95% de la población y no sobre su promedio lo cual subestima la ingesta (49).

Se encontró baja adecuación de hierro en la dieta. Un estudio realizado por la Secretaría Municipal de Salud, en el mismo periodo, en escuelas de estrato bajo (50), encontró 10% de niños con niveles de ferritina y hemoglobina bajos que parecería sugerir un consumo más adecuado de este nutriente que el 60% encontrado para este nivel socioeconómico. La baja prevalencia de anemia es probablemente explicable por el hecho de que la carne es una fuente importante de hierro en la dieta. O también es posible que la baja sensibilidad de los puntos de corte para diagnóstico de anemia no permita visualizar la situación real (51). Igual sucede con el calcio que muestra adecuación baja, pero como la leche es la fuente principal en el estrato alto, su absorción puede ser superior.

En la población estudiada se encontró en general una dieta no balanceada, que muestra casi el 50% de la energía proveniente de grasas y azúcar refinada, una ingesta de calcio y hierro aparentemente bajas. En especial en los estratos medios se hallaron indicadores de masa y grasa corporal elevados; una tasa alta de presión arterial elevada y una capacidad física de trabajo baja. La población parece continuar la tendencia del país en el aumento de la talla en comparación con lo hallado en estudios previos, 5 y 10 años atrás, pero tam-

bién se observa un aumento de masa y grasa corporal. Estas últimas constituyen factor de riesgo para las enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación y la vida sedentaria tales como las cardiovasculares, obesidad, diabetes, osteoporosis y algunos tipos de cáncer. Adicionalmente, aparece un consumo deficiente de algunos micronutrientes indispensables como Hierro y Calcio en procesos celulares importantes.

Los resultados del presente estudio muestran que la población escolar de la zona urbana de Cali, tiene numerosos factores de riesgo lo que permite prever que si no se toman desde ya medidas dirigidas a generar cambios en los patrones alimentarios y en el estilo de vida en general, esta población irá a aumentar la morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas al llegar a la edad adulta. La talla baja, el consumo elevado de grasas y azúcar, la baja incidencia de enfermedades infecciosas y el sedentarismo parecen generar las condiciones para el desarrollo de enfermedades crónicas fenómeno que ya se observa en la mayoría de países en Latinoamérica.

REFERENCIAS

- Murray CJ, López AD. Patrones de distribución mundial y regional de las causas de defunción en 1990. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 1995;118: 307-345.
- Sen A. La Salud en el desarrollo. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud. Recopilación de artículos* 2000; 2: 16-21.
- Popkin BM. The nutrition transition and its health implications in lower-income countries. *Public Health Nutrition*. 1998;1:5-21.
- Lynch JW, Kaplan GA, Cohen R D, *et. al.* Do cardiovascular risk factors explain the relation between socioeconomic status, risk of all cause mortality, cardiovascular mortality and acute myocardial infarction. *American Journal of Epidemiology* 1996;144: 934-942.
- Pradilla A. The Geographic Distribution of Malnutrition. In *Infant and Child Nutrition Worldwide*. Ed. F Falkner CRC Press Boston. 1991. Pp 22-30.
- De Onis M, Pachner P, Grab B, Pradilla A. Analysis of Global trends in infectious and chronic disease mortality. 1960-1990. Background document for Nutrition and Development - A Global assesment. 1992. Int. Conference on Nutrition. FAO, OMS.
- Encuesta Nacional de Demografía y Salud. Profamilia Santa Fe de Bogotá. 2000.
- Mora JO, de Paredes B, de Navarro L, *et. al.* Consistent improvement in the Nutritional status of colombian children between 1965 and 1989. *Bulletin of the Pan American Health Organization*. 1992; 113 (3): 3-18.
- Urrutia M. (editor). 40 Años de Desarrollo: Su Impacto Social. 1990 Banco Popular, Santa Fe de Bogotá.
- La Carga de la Enfermedad en Colombia. Ministerio de Salud. 1994. Editorial Carrera Séptima Ltda.. Bogotá.
- Falkner F. Prevention in Childhood of Health Problems in Adult Life (1980). World Health Organization. Geneva.
- Barker DJP. Prenatal influences on disease in later life. In *Diet, Nutrition and Chronic diseases*. P.S. Shetty and K. McPherson Editors. John Wiley & sons. Chichester N. Y. 1997.
- SCN Working Group. School-Age Children: Their Nutrition and Health. *SCN News*. (2002) No. 25: 4-30.
- Fleiss, JL. *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. Willey Series in Probability and Mathematical Statistics. 1986 John Willey & Sons. N.Y.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R: *Anthropometric Standardization. Reference Manual. Human Kinetics Books*. 1988. Champaign, Illinois
- Tanner JM. *Growth at Adolescence*. London Oxford Blackwell 1962.
- Marshall WA. Puberty in : Falkner A. and Tanner J.M. *Human Growth, Volumen 2, Postnatal growth*. 1978. Plenum Press NY.
- Nutrition, Metabolism and Physical Exercise*. (1989) Ed. Jana Parizkova. Charles University. Prague.
- Karpman VL, Belotserkovskiy BY y Gudkov I.A. Evaluación en medicina deportiva- Moscú: *Cultura Física y Deporte*, 1988 p 20-106.
- Pineda AL. Proposta de um modelo de vigilância nutricional para os escolares de Cali, Colombia. *Maestría en Nutrición Humana del Instituto de Nutrición de la Universidad Federal de Río de Janeiro*. 1996.
- Recomendaciones de calorías y nutrientes para la población colombiana. 1988. ICBF Bogotá.
- Falkner F, Tanner JM. *Human Growth: A comprehensive treatise*, 2d Edition. 1986. Plenum Press New York.
- Physical Status: The Use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Comitee. WHO TRS 854. 1995. WHO Geneve.
- Tijvinskiy SB, Bovko YN. Determinación de métodos de investigación y evaluación de las capacidades físicas de trabajo en niños y jóvenes en *Medicina Deportiva Infantil, Manual para médicos* 2da edición. 1991. Moscu 557 p.
- Report of a WHO Expert Comitee. Prevention in childhood and youth of adult cardiovascular diseases: time for action. Technical Report Series, WHO Geneve. 1990.
- Kwiterowich PO. Plasma lipids and lipoprotein levels in childhood. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1991;623:90-107.
- Blumental S *et al.* Report of the task force on blood pressure control in children. *Pediatrics* (1977)59:No. 5 Supplement.
- Update on the 1987 Task force report on high blood pressure in children and adolescents: a working group report from the National High Blood Pressure Education Program. 1996-*Pediatrics* 649-658.
- Mora JO, *et. al.* Evaluación del crecimiento y del estado nutricional en la población escolar urbana. *Instituto Colombiano de Bienestar Familiar*. 1993. Santa Fe de Bogotá.
- Pradilla A, Gracia B. Interacciones entre alimentación, salud y ambiente. *Colombia Médica* Cali.1995. 26: 93-102.
- Ordoñez P. A., Polanía D. Cambios de estatura en Colombia durante el presente siglo. *Coyuntura Social*. 1992; 6: 85-98.
- Fajardo L, Gracia B, Lareo L, Angel LM, Romero LH. Nutrición en escolares de Cali. *Colombia Médica*, 1990;21:50-57.
- Golden MHN. ¿Is complete catch-up possible for stunted

- malnourished children?. *European Journal of Clinical Nutrition* 1994; 48 (suppl 1): S58-61.
34. Recommended reference data. Annex 3 Physical Status: The Use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Comitee. WHO TRS 854. 1995. WHO Geneve.
 35. Page 273 Figure 48 Report of a WHO Expert Comitee. WHO TRS 854. 1995. WHO Geneve.
 36. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Archives of Disease in Children*. 1969; 44: 291- 303.
 37. Jordan J. Desarrollo puberal en adolescentes cubanos. *Boletín Medico Hospital Infantil de México* 1980;37:619- 632.
 38. Maecha SM, Matsudo VKR. Determinación de la Maduración Sexual. *Revista Brasileira de Ciencia e Movimento* 1991; 5(02): 18-35.
 39. Ariza J, Pardo E, Mora JO, Rueda-Williamson R. Estudio seccional de crecimiento y desarrollo de niños y niñas colombianas de dos clases socioeconómicas de los 6 a los 20 años. *Arch Latinoamer Nut*. 1978;28: 75-90.
 40. Haapanen N, et al. Asociation of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. 1997;26:739- 747.
 41. Johnston BC et al. Distribution and family studies of blood pressure and serum cholesterol levels in a total community. *Journal of Chronic diseases*. 1965;18:147-153.
 42. Berensson GS et al. Cardiovascular risk factors in children. In: *The early natural history of atherosclerosis and hypertension*. New York, Oxford University Press. 1980.
 43. American Academy of Pediatrics. National Cholesterol Education Program. Report on the Expert Panel on Blood Cholesterol levels in children and adolescents. *Pediatrics* 1992; 89:5025-584.
 44. Brotons C et. al. Worldwide distribution of blood lipids and lipoproteins in childhood and adolescence: a review study. *Atherosclerosis* 1998;139:1-9.
 45. Glikzman MD, Lazarus R, Wilson A. Differences in serum lipids in Australian children: is diet responsible? *International Journal of Epidemiology* 1993; 22:247-54.
 46. Vikari J, Akerblom H K, Nikkari T et al. Atherosclerosis precursors in Finnish children and adolescents. IV Serum lipids in new borns, children and adolescents. *Acta Paediatrica Scandinava* 1985, Supplement 318:103-9.
 47. Adamopoulos P N, et. al. (Precursors of atherosclerosis in a random sample from a Hellenic population: the Athens Study. *Journal of Cardiovascular Risk* 1995 2;525-531.
 48. Akira Y, Hiroshi H, Seiji S, et al. Serum lipid levels in elementary and junior high school children and their relationship to relative weight. *Preventive Medicine* 1988;17:93-108.
 49. Pradilla A. *Regional Nutrition Programmes. Interfaces between agriculture, nutrition and food science*. 1984. UNU Food.Nutr.Bull. Supplement 9; 279-292.
 50. Secretaría Municipal de Salud de Cali. Evaluación de estado nutricional de hierro en escolares de bajo nivel socioeconómico. Reporte. 1999.
 51. Benavides NN, Carabalí EM, Jiménez DH. Efectos de una suplementación con hierro en los niveles de atención y memoria en escolares entre 8 y 10 años de edad, de nivel socioeconómico bajo en Cali. *Col Med*. 2003;34:87-9.

Recibido: 24-04-2003

Aceptado: 30-09-2005

Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana de Valencia, Venezuela

Sara Irene del Real, Zuleida Fajardo, Liseti Solano, María Concepción Páez, Armando Sánchez

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

RESUMEN. Se presentan los resultados de una evaluación alimentaria-nutricional con el fin de determinar el patrón usual de consumo en 438 niños de 4-14 años de una comunidad urbana en pobreza al norte de Valencia, Venezuela. Se recolectaron datos de consumo de alimentos a través de recordatorios de 24 horas múltiples y se llevaron a peso en gramos. Se calculó la composición calórica, de macronutrientes, hierro, calcio, vitamina A y vitamina C para compararla con las referencias nacionales. El patrón de consumo se elaboró en función de la frecuencia de consumo para cada alimento y para grupos de alimentos. La arepa fue el alimento más consumido por el grupo, siendo también una de las principales fuentes de kilocalorías, proteínas, carbohidratos, hierro y vitamina A. Las frutas no se encuentran entre los alimentos más consumidos, pero sí el café. La mayor fuente proteica fue de origen vegetal (frijoles negros). Las galletas dulces y las bebidas gaseosas estuvieron dentro de los alimentos de mayor aporte energético. El consumo de kilocalorías y nutrientes fue adecuado, excepto para el calcio (67% en preescolares y 43% en escolares). La dieta de los preescolares fue más adecuada en todos los nutrientes ($p < 0,05$); a excepción del hierro donde los escolares tuvieron una adecuación significativamente mayor. Debido a que los menores de 15 años aún están formando hábitos y conductas alimentarias, son un grupo ideal para desarrollar intervenciones de educación nutricional para modificar patrones perjudiciales como la alta ingesta de bebidas gaseosas y el bajo consumo de alimento ricos en calcio.

Palabras clave: Patrón de consumo alimentario, dieta, niños urbanos, Venezuela.

INTRODUCCION

A nivel mundial, numerosos estudios han identificado relaciones entre diferentes factores dietéticos y el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles, como la enfermedad cardiovascular, obesidad, diabetes, hipertensión, osteoporosis y algunos tipos de cáncer (1-4). Entre estos factores cabe mencionar al consumo excesivo de alimentos

SUMMARY. Food consumption patterns of children 4 to 14 years old from Valencia, Venezuela. Results from a nutritional assessment are presented to establish the usual food consumption pattern of 438 children between 4-14 years of age, from a low income urban community in Valencia, Venezuela. Food intake data were collected through multiple 24 hours recalls and converted to individual food item weight in grams. Amounts of energy, macronutrients, iron, calcium, vitamin A, and vitamin C were estimated to compare them to national references. The food pattern was established according to intake frequency per food item and per food groups. Arepa was the most commonly consumed food item, and a main source of kilocalories, protein, carbohydrates, iron, and vitamin A. Unlike coffee, fruits were not among the most commonly consumed foods. Black beans were the main source of protein. Cookies and sodas were among the major sources of energy. Energy and nutrient intake were adequate, except for calcium (67% in preschoolers y 43% in school-aged children). Preschoolers' diet showed a better adequacy for all nutrients ($p < 0,005$), except for iron which was significantly higher in school-aged children. Since children below 15 years old are still forming food behaviors and habits, they are an ideal group to develop nutritional education strategies to modify harmful patterns such as high intake of sodas, and low intakes of calcium rich foods. **Key words:** Food consumption patterns, diet, urban children, Venezuela.

ricos en grasa y en calorías vacías y una baja ingesta de frutas y hortalizas.

Aún cuando la desnutrición sigue siendo un problema en muchos países en desarrollo, las tasas de enfermedades crónicas no transmisibles son cada vez más altas. Este hecho parece estar relacionado con cambios desfavorables en el patrón de consumo de los alimentos, lo que ocasiona un deterioro de calidad de la dieta y por tanto, de la salud.

Dado a que la combinación de los alimentos puede conducir a dietas adecuadas o no, y que los nutrientes normalmente no se presentan aislados, el examinar los patrones de consumo alimentario está cobrando cada vez mayor

importancia. El conocimiento de los patrones alimentarios de poblaciones jóvenes puede ser de utilidad en programas de prevención así como para estimar riesgos de algunas enfermedades de la adultez. Así mismo, es de suma importancia el caracterizar las conductas alimentarias, tanto benéficas como perjudiciales, asociadas al consumo de nutrientes y a los problemas de salud de un grupo vulnerable como son los niños. Es por ello que este estudio tiene como objetivo determinar el patrón usual de consumo de alimentos en niños menores de 15 años de una comunidad en pobreza de Valencia, Venezuela, con el fin de caracterizar las conductas alimentarias perjudiciales o benéficas existentes.

MATERIALES Y METODOS

Los datos presentados en este trabajo forman parte de un proyecto realizado por el Centro de Investigaciones en Nutrición "Dr. Eleazar Lara Pantin" (CEINUT) entre 1998 y 1999, para evaluar el estado de la vitamina A en niños de bajos recursos económicos pertenecientes a la comunidad urbana de Bárbula, ubicada al norte de la ciudad de Valencia, Venezuela. La muestra del proyecto fue de 607 niños menores de 15 años (5) y en este trabajo se incluyeron sólo los niños que contaban con tres recordatorios de consumo alimentario de 24 horas (R24H), dando un total de 438 niños entre 4 y 14 años. Se obtuvo el consentimiento de la junta de vecinos, de la comunidad educativa y el permiso escrito de todos los representantes de los sujetos estudiados.

La información fue recogida por nutricionistas debidamente entrenados y estandarizados, a través de entrevistas personales en las escuelas y de visitas domiciliarias, estudiándose las siguientes variables:

Condición socio-demográfica del niño y del grupo familiar: Se obtuvo información sobre el género y la edad de los niños y se clasificaron en dos grupos según su nivel educativo, preescolares (<7 años) y escolares (=7 años). En relación al grupo familiar, se presentan datos sobre el número de personas por hogar, así como otras características: sus edades, ingreso monetario y origen o procedencia de las familias. También se estudió la estratificación social según el método de Graffar-Méndez Castellano (6).

Consumo alimentario: Los datos fueron recolectados a través de entrevistas en los planteles educativos y visitas domiciliarias, utilizando el método de R24H múltiple (tres veces no consecutivas—dos días laborales y un día de fin de semana). A cada alimento se le calculó la composición calórica, de macronutrientes y micronutrientes (hierro, calcio, vitamina A y vitamina C) a partir de la Tabla de Composición de Alimentos Venezolana y de otras tablas de composición, para com-

pletar la información de algunos alimentos cuya composición nutricional no se encuentra en la tabla venezolana (7-9).

Patrón de consumo alimentario: El patrón se elaboró en función de la frecuencia de consumo para cada alimento y por grupo de alimentos, excluyéndose sólo aquellos alimentos consumidos por menos del 10% de la muestra. Se realizó el análisis de los alimentos de mayor consumo para la muestra total, en preescolares y escolares. También se presentan los alimentos que aportan mayor cantidad de energía y nutrientes en la muestra estudiada.

En el análisis del patrón de consumo por grupos de alimentos, estos fueron clasificados con base en la similitud del contenido de sus nutrientes en: cereales, leguminosas, tubérculos-plátanos, hortalizas, frutas, carnes, lácteos, grasas, azúcares y misceláneos. En el grupo de grasas se incluyeron aquellas que fueron agregadas durante las preparaciones como medio de cocción, saborizantes o condimentos (aderezos o salsas). La grasa que se encuentra naturalmente en los alimentos, tanto de origen vegetal como animal, fue considerada para el análisis nutricional en cada grupo de alimento. En cuanto a los azúcares, se incluyeron aquí aquellos alimentos con alto contenido de sacarosa, como las bebidas gaseosas, malta, caramelos y golosinas dulces, así como el azúcar de mesa. El grupo de los alimentos misceláneos estuvo integrado por aquellos cuya composición nutricional difiere a la de los otros grupos, tal como el café, los cubitos para preparar caldos, la mostaza y la salsa de soya, entre otros. La contribución de energía y de nutrientes aportada por cada grupo de alimentos se determinó dividiendo el total de kilocalorías o de nutrientes de todos los alimentos que conformaban cada grupo entre el total de kilocalorías o de nutrientes de todos los alimentos consumidos.

Adecuación de la dieta: Para conocer si la dieta de los niños fue adecuada, es decir, si consumieron suficientes cantidades de alimentos para satisfacer sus necesidades de energía y nutrientes, se comparó dicho consumo con las referencias nacionales establecidas, controlando por género y edad (10). Detalles sobre la adecuación de energía y nutrientes de esta muestra han sido publicados con anterioridad (11).

Análisis estadístico: Se calcularon estadísticos descriptivos básicos, y se realizaron comparaciones de grupo según la escolaridad de los niños (preescolares, escolares). Para las comparaciones, se revisaron las variables según los supuestos de normalidad y en vista de que no presentaron una distribución normal, se aplicó la prueba de Mann-Whitney, con un nivel de significancia estadística menor a 0,05.

RESULTADOS

Características socio-demográficas. En la Tabla 1 se describen las características socio-demográficas de los niños estudiados y sus familias. La mayoría de las familias se encon-

traban en pobreza (91,6%), tenían en promedio 14 años viviendo en la comunidad estudiada, más de dos tercios eran de procedencia urbana y sus miembros eran jóvenes (100% < 65 años).

TABLA 1
Características socio-demográficas de la muestra estudiada y sus familias

Características de los niños	X ± DE	Mediana	Min-Max
Edad (años)	7,9 ± 2,4	7,00	4-14
Género	Masculino		50%
	Femenino		50%
Escolaridad	Preescolar (< 7 años)		40%
	Escolar (7 años)		60%
Características del hogar	X ± DE	Mediana	Min-Max
Total de personas en hogar	5,94 ± 2,05	6,00	2-17
Total personas < 15 años en hogar	2,87 ± 1,25	3,00	0-7
Total personas 65 años en hogar	0,05 ± 0,24	0,00	0-2
Total personas con algún ingreso monetario	1,81 ± 1,11	2,00	0-9
Tiempo viviendo en la comunidad (años)	14,5 ± 7,95	14,00	0,25-40
Procedencia de las familias	Rural		31,3%
	Urbana		68,7%
Estratificación social de la familia	Estrato III (clase media)		8,4%
	Estrato IV (pobreza relativa)		71,7%
	Estrato V (pobreza crítica)		19,9%

Consumo alimentario. Al realizar el análisis del patrón de consumo alimentario, se encontraron diferencias significativas según la escolaridad de los niños (preescolares-escolares).

Alimentos de mayor consumo. Los niños consumieron en promedio cuatro comidas, tres principales y una merienda. En la Figura 1 se observan los alimentos cuyo consumo fue reportado con mayor frecuencia por la totalidad de los niños estudiados y por el nivel de escolaridad. Los alimentos consumidos en muy pequeñas cantidades (1-5 g), como el ajo, así como los utilizados para sazonar los alimentos, se excluyeron de esta lista. En general, los niños estudiados consumen en su mayoría, arepa (de harina de maíz precocida) rellena con queso blanco y margarina. Luego se presentan algunas variaciones en el patrón, con un mayor número de niños pequeños que consumen leche completa y un consumo similar en ambos grupos para los tomates y para dos alimentos farináceos típicos de la dieta del venezolano: el arroz y la pasta. También se observa que los preescolares tienen un consumo más frecuente de leguminosas y galletas dulces y que un mayor número de escolares consume carne de res y embutidos.

Otro producto presente dentro de los doce alimentos más consumidos fue la infusión de café, la cual se consume prin-

cipalmente en la mañana, antes o con el desayuno y, con menor frecuencia, en la merienda de la tarde.

Cabe señalar que la única hortaliza consumida en cantidades significativas por la mayoría de la muestra fue el tomate y que las frutas no forman parte de los alimentos de mayor consumo.

Fuentes alimentarias de mayor aporte porcentual al consumo de energía y nutrientes. En la Tabla 2 se encuentran los alimentos de mayor contribución porcentual a la ingesta de energía y nutrientes para la muestra estudiada. Como era de esperarse, los alimentos que más aportan carbohidratos, coinciden casi en su totalidad con las principales fuentes de kilocalorías y con los doce alimentos más consumidos por la muestra. Es importante notar la presencia de jugos azucarados envasados, cuyo ingrediente principal es la sacarosa, así como de las bebidas gaseosas entre los alimentos que más aportan energía (6,6% y 5% del total de kcal, respectivamente). Los jugos azucarados envasados representan la cuarta fuente más importante de carbohidratos y las bebidas gaseosas, la octava (8% y 6,3%, respectivamente, del consumo total de carbohidratos).

FIGURA 1
Doce alimentos más consumidos por el grupo total,
por los prescolares y por los escolares

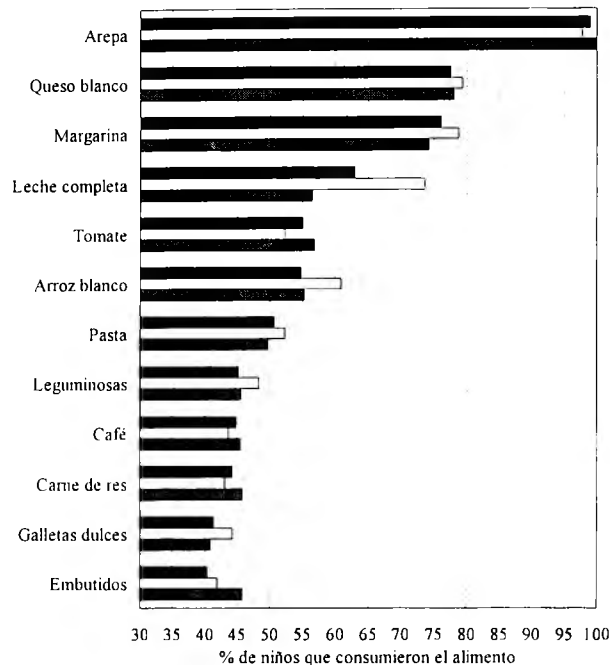


TABLA 2
Fuentes alimentarias de mayor aporte porcentual al
consumo de energía y nutrientes, en orden descendiente

Energía	Arepa, Pasta, Galletas dulces, Arroz blanco, Jugos azucarados envasados, Plátano maduro, Carne de res, Frijoles negros, Bebidas gaseosas, Pan, Mango, Banano.
Proteínas	Frijoles negros, Carne de res, Pescado, Pollo, Pasta, Arepa, Queso blanco, Leche completa, Huevos, Queso amarillo, Arroz blanco, Pan.
Carbohidratos	Arepa, Pasta, Arroz blanco, Jugos azucarados envasados, Galletas dulces, Plátano maduro, Frijoles negros, Bebidas gaseosas, Mango, Malta, Bananos, Pan.
Grasas	Carne de res, Queso amarillo, Galletas dulces, Queso blanco, Embutidos, Aceite, Mayonesa, Margarina, Huevos, Pollo, Leche completa, Pescado.
Hierro	Pasta, Frijoles negros, Arepa, Galletas dulces, Carne de res, Embutidos, Pan, Huevos, Malta, Plátano maduro, Pescado, Cereales cocidos.
Calcio	Leche completa, Queso blanco, Queso amarillo, Frijoles negros, Malta, Pescado, Banano, Huevos, Galletas dulces, Pan, Mango, Pasta.
Vitamina A	Mango, Guayaba rosada, Zanahoria, Plátano maduro, Arepa, Melón, Huevos, Leche completa, Queso blanco, Queso amarillo, Bananos, Parchita.
Vitamina C	Mango, Guayaba rosada, Jugos azucarados envasados, Parchita, Melón, Banano, Pimentón, Plátano maduro, Embutidos, Papa, Leche completa, Ají dulce.

En relación a las proteínas, aunque individualmente los frijoles negros representan casi 14% del total de este macronutriente, en conjunto, las fuentes de proteína animal contribuyen de forma importante en el patrón de ingesta proteica (60%). En cuanto a las fuentes de grasa, vale la pena destacar que el 58% es de origen animal. El aceite y la margarina aportan 8% y 7% del total de grasas, respectivamente.

Las principales fuentes de hierro consumidas por los niños son de origen vegetal. La pasta, los frijoles negros, la arepa y las galletas dulces aportan 60% del total del hierro consumido. Las dos fuentes más importantes de calcio son los derivados lácteos (leche, quesos) los cuales aportan un 60% del total. Los frijoles negros y la malta también aportan cantidades importantes de calcio a la dieta de los niños (10% y 8% respectivamente). En el presente trabajo más del 50% de la vitamina A proviene de frutas y sólo un 14% de fuentes preformadas; casi la totalidad del ácido ascórbico proviene de las frutas y los jugos azucarados envasados (83% y 10%, respectivamente).

Patrón de consumo por grupos de alimentos. En el grupo de los cereales, la arepa fue consumida en el 99 % de los sujetos, seguida del arroz (55%), la pasta (51%), las galletas dulces (41%) y el pan de trigo (34%). Los preescolares consumieron cantidades significativamente menores de arepa (157g vs. 182g, $p < 0,05$) y arroz (177g vs. 227g, $p < 0,001$) y más cantidad de pan (51g vs. 49g, $p < 0,05$) que los escolares. El alimento más consumido de los productos cárnicos fue la carne de res (44%), seguida de los embutidos (40%), el pollo (34%), el huevo de gallina (30%) y el pescado (22%). Solo se encontraron diferencias en el consumo de la carne de res. Esta, no solo es consumida por un mayor porcentaje de escolares (ver figura 1), sino que la consumen en mayor cantidad que los preescolares (69g vs. 62g, $p < 0,05$). De los productos lácteos el mayor consumo corresponde al queso blanco, con una frecuencia de 78% y en segundo lugar la leche completa con 63%. No hubo diferencias significativas entre la cantidad de queso consumido por preescolares y escolares (25 g), mientras que para la leche completa, los preescolares consumieron una cantidad significativamente mayor que los escolares (178 cc vs. 150 cc $p < 0,05$).

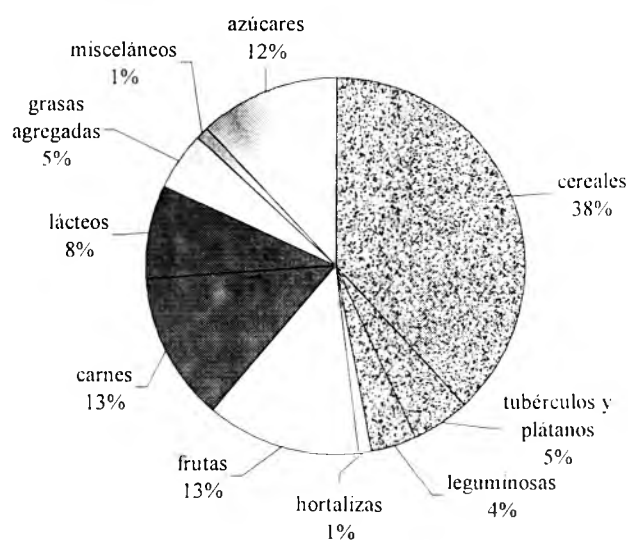
Las leguminosas fueron consumidas por el 45% de la muestra siendo las caraotas o frijoles negros las de mayor consumo (27%, 161g), seguidas por las lentejas (10%). Aunque ambos grupos comieron cantidades similares de frijoles negros, los escolares consumieron más gramos de lentejas que los preescolares (175 g vs. 124 g, $p < 0,05$). Del grupo de tubérculos-plátanos, el plátano maduro fue consumido por un 38% de la muestra (88g). De los tubérculos, la papa (40g) y la yuca (70g) fueron los de mayor consumo con un 28% y 7% respectivamente. Las hortalizas de mayor consumo fueron aquellos utilizados como aliños o condimentos de otros

platos, es decir en cantidades relativamente pequeñas (2-15 g): la cebolla (79%); el tomate (55%), el ajo (53%), el ají dulce (37%), el pimentón (35%) y el cilantro (29%). La zanahoria fue consumida por el 21% de la muestra y en cantidades mayores que las otras hortalizas (26 g). Entre las frutas, el mango fue consumido con mayor frecuencia (18%) y en mayor cantidad (187 g). La guayaba rosada fue consumida por 14% de la muestra, seguida por la parchita (maracuyá) con 13% de consumo. El cambur (banano), el melón y los jugos envasados los consumieron 11% de los niños. No hubo diferencias significativas en la cantidad de plátano, tubérculos, hortalizas y frutas consumidos por preescolares y escolares.

Los productos evaluados en el grupo de las grasas, fueron los utilizados como aderezo o grasa agregada a preparaciones. De estos, el aceite fue consumido por el mayor número de niños, seguido por la margarina y la mayonesa, con una ración promedio de 6 g cada uno y una frecuencia de consumo de 79%, 76% y 21% respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre la cantidad de grasas consumidas por preescolares y escolares. En cuanto a los alimentos ricos en sacarosa, entre todos aportaron el 12% de las calorías totales, lo cual es ligeramente superior a la cantidad máxima recomendada de 10% para la población venezolana (17). El azúcar blanco fue el de mayor consumo (93%) y es utilizada para endulzar jugos de fruta natural, bebidas refrescantes, café y cereales cocidos con un consumo promedio de 18g. En segundo lugar, están las bebidas gaseosas (47%), con un consumo promedio de 254 cc, seguidas por la malta (29%), la cual es percibida por la población como altamente nutritiva, con un consumo promedio de 228 cc. Los escolares consumieron bebidas gaseosas azucaradas en un mayor porcentaje que los niños más pequeños (30% vs. 22% respectivamente) y en mayor cantidad (267 vs. 231cc, $p < 0,05$). Respecto a los alimentos misceláneos, la infusión de café fue el alimento con mayor frecuencia de consumo en este grupo (64%) y presentó una ingesta promedio de 142 cc por niño. En menor cantidad y frecuencia estuvieron la salsa de tomate tipo ketchup (48%) y el cubito-concentrado de pollo/res (24%). Al comparar entre preescolares y escolares, se encontraron diferencias significativas en relación al consumo de café (122 vs. 155cc, respectivamente, $p < 0,000$).

La Figura 2 muestra el aporte calórico por grupo de alimentos, se observa que los cereales, tubérculos, plátanos y leguminosas, todos ricos en carbohidratos complejos, aportaron 47% de la energía de los niños. Las hortalizas y frutas aportaron cerca de 14% de las calorías, los alimentos de origen animal (carnes y lácteos) contribuyeron con 21% de las calorías, y los alimentos complementarios (azúcares, grasas agregadas y misceláneos) brindaron cerca de 18% de las calorías totales.

FIGURA 2
Aporte calórico por grupo de alimentos



Adecuación de energía y nutrientes de la dieta. Al examinar si los sujetos consumieron suficientes cantidades de alimentos para satisfacer sus necesidades de energía y nutrientes (porcentaje de adecuación dietaria), se encontró que la alimentación de los preescolares fue más adecuada que la de los niños mayores, con diferencias significativas para energía (98% vs. 85%), proteínas (111% vs. 89%), calcio (67% vs. 43%), vitamina A (204% vs. 100%) y vitamina C (147% vs. 115%). Los escolares solo tuvieron una mejor adecuación de hierro que los preescolares (146% vs. 106%, $p < 0,05$) (18).

DISCUSION

Las consecuencias del consumo de alimentos son biológicas, es decir, el funcionamiento biológico individual está continua y directamente afectado por los alimentos a lo largo de la vida. No obstante, la naturaleza de este consumo, es decir, el *qué* comen, *cómo*, *cuándo*, *dónde* y *cuánto*, está muy influenciado por procesos sociales, económicos, políticos y culturales (12). Esta actuación de los factores sociales y culturales sobre el patrón de consumo alimentario puede condicionar un estado de salud favorable o desfavorable. En este caso se trata de una muestra de familias en pobreza, pero bien establecidas en su comunidad, cuyos integrantes son en su totalidad personas jóvenes, lo que los hace un grupo adecuado para intervenciones de educación nutricional.

En el presente estudio el patrón de consumo alimentario general mostró que la arepa fue el alimento más consumido por los niños, este resultado se esperaba ya que la arepa es culturalmente aceptada por todos los estratos de la sociedad

venezolana y goza desde hace muchos años de subsidios por parte del gobierno para mantener su bajo costo, lo cual la hace económicamente accesible a los grupos de menores recursos. Por su alta frecuencia de consumo y por las cantidades en que se ingiere (180 g/día en promedio) también es una de las principales fuentes de kilocalorías, proteínas, carbohidratos, hierro y vitamina A. La harina de maíz precocida con la que se prepara la arepa está fortificada con varios micronutrientes, incluyendo hierro y vitamina A, desde 1993 (13), lo cual explica su posición como uno de los alimentos que más aportan hierro y vitamina A.

Los carbohidratos contribuyen con más del 50% de la energía en las dietas de casi todas las poblaciones del mundo. La dieta promedio venezolana aporta entre 55-58% de las calorías en forma de carbohidratos; de los cuales los cereales aportan del 35% del total de energía disponible (10). Los resultados del presente estudio se acercan mucho a estos valores ya que el aporte calórico derivado de los cereales fue de 38%, lo cual se evidencia también en los alimentos de mayor consumo, donde cereales como la arepa, el arroz y la pasta están en los primeros lugares.

Esta muestra presentó un alto consumo de jugos azucarados envasados y bebidas gaseosas. En relación a estas últimas, tanto los preescolares como los escolares las consumieron en mayor cantidad que la leche, lo cual puede explicarse, no sólo por la preferencia de los niños hacia bebidas ricas en sacarosa, sino por una mayor disponibilidad de éstas en el hogar debido al elevado costo de los productos lácteos. Esta tendencia hacia una asociación negativa entre el consumo de bebidas gaseosas y leche, viene ocurriendo en países desarrollados desde hace bastante tiempo. En Estados Unidos por ejemplo, entre 1989 y 1995, los niños de 2 a 17 años aumentaron el consumo de dichas bebidas de 200 cc/día a 280 cc, lo que equivale a un aumento de 40 % (14). Así mismo, la Asociación Española de Pediatría reporta un consumo 1,9 veces más alto de bebidas blandas (gaseosas y jugos) que de leche (15). Sin duda las consecuencias de estas cifras como son el aumento de la obesidad, el desarrollo de caries, la disminución de la densidad mineral ósea y los efectos de la cafeína en los niños, son importantes (16). La ingesta elevada de fosfatos provenientes de bebidas gaseosas podría inducir hipocalcemia a corto plazo (hecho que se ha demostrado en niños que consumen más de 1,5 L/semana de bebidas gaseosas) y osteoporosis a largo plazo (17). Adicionalmente, el reponer líquidos a través de bebidas gaseosas que solo aportan calorías vacías, desplaza el consumo de otras bebidas más saludables como la leche, el agua y los jugos de frutas naturales que aportan vitaminas y minerales. Se estima que cerca del 70% de los refrescos gaseosos contiene cafeína, lo que aunado al consumo de café, pudiera causar alteraciones en el comportamiento de los niños (18-19). El consumo de bebidas gaseosas definitivamente no forma parte de un patrón de consumo alimentario saludable.

Con respecto a la ingestión de café por los niños, cabe

destacar que es un patrón culturalmente aceptado en muchos países latinoamericanos (18), incluyendo a Venezuela. Los efectos de la cafeína sobre la salud, la cognición y la conducta pueden considerarse positivos o negativos, dependiendo en parte de la cantidad consumida y de la cronicidad de su uso. Uno de los efectos adversos más conocidos es la perturbación del sueño. Un estudio realizado en niños entre 12 y 15 años de edad en Estados Unidos, reportó efectos farmacológicos adversos en los niños consumidores de bebidas con cafeína (20). Se sabe también que los consumidores pueden desarrollar dependencia física a la cafeína (21). En esta muestra, la cafeína proviene no solo de la infusión del café, sino como se mencionó con anterioridad, de las bebidas gaseosas incrementando la cantidad total de esta sustancia en la dieta de los niños. Sin embargo, cabe destacar que en la muestra estudiada, el café se toma en casi todas las ocasiones con leche, y aunque la cafeína esté presente en la bebida, también lo están los nutrientes de la leche, en especial el calcio, cuyo consumo es bastante deficiente en estos niños. Pudiera especularse que si se suprimiera el hábito del "café con leche" en los niños, tal vez la ingesta de calcio disminuiría más aún.

Como se sabe, los alimentos de origen animal tienen un elevado contenido de proteínas de alto valor biológico. A pesar de que la muestra estudiada pertenece a estratos socioeconómicos bajos, el alto porcentaje de proteína de origen animal en la dieta y las cantidades consumidas (adecuación mediana de la muestra = 97%) indican que no existe una deficiencia de este nutriente. Sin embargo, al comparar estos datos con los provenientes de un grupo de niños con edades similares pero de clase social alta de la ciudad de Caracas (182% de adecuación en niñas y 209% en niños), la adecuación proteica es considerablemente menor y más cercana a una dieta saludable (22).

Las grasas constituyen la mayor fuente concentrada de energía; son vehículos para transportar las vitaminas liposolubles y suministran los ácidos grasos que el organismo no puede sintetizar. Según la disponibilidad alimentaria (1990 - 1997) del total de energía aportada por las grasas en Venezuela, 60% es grasa de origen vegetal. Llama la atención que entre las principales fuentes de grasa de los niños estudiados, son las de origen animal las que contribuyen con cerca del 60% del total, lo cual constituye un patrón desfavorable.

El hierro fue el único nutriente cuya adecuación fue significativamente mayor en los escolares, aun cuando los preescolares consumieron cantidades de hierro que excedieron sus requerimientos. La diferencia entre el consumo de hierro de escolares y preescolares pudiera explicarse por el mayor consumo en los escolares de carne de res y de la arepa fortificada con este micronutriente. El hierro no hemínico está constituido por sales de hierro que se encuentran en los vegetales

y productos lácteos y representa en general más del 85% del hierro de las dietas, mientras que las fuentes de hierro hemínico proporcionan alrededor de 15% del hierro total (23). Esto coincide con lo encontrado en el presente estudio donde las fuentes de hierro hemínico (carne de res, embutidos y pescado) contribuyen con 14% del total de este micronutriente.

La absorción del hierro no hemínico es proporcional a la cantidad de potenciadores (como la vitamina C y las carnes) e inhibidores (fibra, fosfato cálcico, ácido fítico, café, polifenoles del té y algunos vegetales) (23). Aunque un elevado número de niños (64%) consumió café, lo cual podría contribuir a disminuir la biodisponibilidad de este nutriente, también hubo un alto consumo de vitamina C y de vitamina A las cuales favorecen la absorción y movilización del hierro, respectivamente (24).

Siguiendo los criterios recomendados por la FAO/OMS para clasificar las comidas según la biodisponibilidad del hierro, se pudo comprobar que tanto la dieta de los preescolares como de los escolares se ajustaban a la categoría de biodisponibilidad intermedia de hierro, por su contenido de proteínas provenientes de origen animal y por la presencia de facilitadores (26). Al corregir el consumo de hierro de los niños por la categoría de la dieta, se encontró que sólo el 1,14% de la muestra no cubrió sus requerimientos.

La ingesta adecuada de calcio es crítica durante toda la vida para promover la salud ósea, pero muy particularmente en la niñez, adolescencia y juventud, pues es en este período cuando tiene lugar el crecimiento óseo, la mineralización es mayor y se alcanza el pico máximo de masa ósea. En este estudio el 70% de la muestra no alcanzó los dos tercios de la recomendación de calcio, este patrón que aumenta el riesgo de desarrollar osteoporosis en edades tardías de la vida, es similar al reportado en 2001 por Monge y Nuñez, en adolescentes urbanos y rurales de 13 a 18 años en Costa Rica donde el 82% no alcanzó los dos tercios de las cantidades recomendadas (27). Los niños de 10 a 13 años de España consumen un promedio de 321 cc/día de leche, cantidad 2 veces superior a la observada en esta muestra (162 cc) (15). Aun cuando ni los preescolares ni los escolares cubrieron sus requerimientos, el menor consumo de los niños mayores podría deberse a que en estas edades adquieren cierta independencia con respecto a sus gustos alimentarios, pudiendo este punto influir negativamente sobre el consumo de lácteos.

Gran parte del consumo de las vitaminas A y C proviene de las frutas. Aun cuando las frutas no aparecen dentro de los alimentos más consumidos por los niños, en general el grupo consumió cantidades de estas vitaminas por encima del 100% de las recomendaciones. Sin embargo, un grupo de niños (11,4% para la vitamina A y 22,2% para la vitamina C) no alcanzó a cubrir dos tercios de las recomendaciones. Como se sabe, estas vitaminas y en especial la vitamina C, se concentran en la naturaleza en pocos alimentos, principalmente fru-

tas y vegetales, por lo que aquellos niños que no los consumieron tuvieron una ingesta inadecuada, mientras que aquellos niños que consumieron vegetales y principalmente frutas tuvieron un consumo excesivo. En Venezuela la prevalencia de deficiencia de vitamina A no es lo suficientemente elevada para causar alteraciones oculares (28), aun cuando sí pudiera incidir sobre el elevado número de casos de infecciones respiratorias y diarreicas en los niños. No obstante, cabe recordar que el 50% de las fuentes de vitamina A son carotenoides cuya bioconversión es baja, en especial cuando la población proviene de sectores sociodemográficos donde existen factores que reducen su biodisponibilidad, tales como parasitosis, diarrea y bajo consumo de grasas. A pesar de que los niños estudiados consumieron alimentos con cantidades apropiadas de este micronutriente, se debe tener en cuenta que el ácido ascórbico es termolábil, por lo tanto los valores reportados pueden diferir de los aprovechados por los sujetos, aun cuando las frutas son una fuente confiable de esta vitamina; ya que generalmente se consumen frescas y crudas.

En conclusión, los alimentos fortificados y subsidiados (arepa y pasta) tienen una alta frecuencia de consumo y son fuentes importantes de todos los nutrientes estudiados. En general, los preescolares (menores de 7 años) presentan una dieta más adecuada que los escolares. Aunque las frutas no se encuentran dentro de los alimentos consumidos por la mayoría de los niños, estas suministran el 83% del ácido ascórbico de la dieta y junto con otras fuentes de provitamina A contribuyen con el 86% de la vitamina A.

Por otra parte, se presentaron algunos patrones de consumo desfavorables, como el hecho de que entre las principales fuentes de energía se encuentran alimentos con una baja densidad de nutrientes. La adecuación de calcio fue muy baja, en especial en los niños mayores de 7 años, quienes en contraste, consumen grandes cantidades de bebidas gaseosas, lo que disminuye el consumo habitual de otras bebidas con nutrientes importantes.

En este estudio el hierro de la dieta, aunque excede las cantidades recomendadas, proviene principalmente de fuentes de origen vegetal, cuya biodisponibilidad es baja. Otro patrón desfavorable es el hecho de que las principales fuentes de grasa fueron de origen animal.

Los datos aquí publicados contribuyen a incrementar el conocimiento de los patrones de consumo alimentario de los niños latinoamericanos. La tendencia que existe a nivel mundial hacia la disminución de la ingesta de frutas y vegetales y al consumo aumentado de grasas y azúcares no es ajena a este grupo de niños venezolanos, lo cual los coloca a riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta.

Los menores de 15 años conforman un grupo especialmente adecuado para realizar intervenciones de educación nutricional debido a que en este período aún se están forman-

do hábitos y conductas que perduraran a lo largo de su vida, por lo que es recomendable desarrollar estrategias educacionales tendientes a reducir los consumos elevados de alimentos poco nutritivos y fomentar la actividad física en ellos.

REFERENCIAS

- Kemm JR. Eating patterns in childhood and adult health. *Nutr Health* 1987;4:205-215.
- Frankel S, Gunnell DJ, Peters TJ, Maynard M, Davey Smith G: Childhood energy intake and adult mortality from cancer: the Boyd Orr Cohort Study. *BMJ* 1998;316(7130):499-504.
- Csábi G, Török K, Jeges S, Molnár D: Presence of metabolic cardiovascular syndrome in obese children. *Eur J Pediatr* 2000;159:91-94.
- Bermudez O, Tucker K. Trends in dietary patterns of Latin American populations. *Cad Saúde Pública* 2003;19(suppl.1):87-99.
- Páez M, Solano L, 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):12-19.
- Méndez-Castellano H. Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano. Caracas: FUNDACREDESA; 1994.
- Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Revisión 1999. Publicación N° 52, Caracas: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Instituto Nacional de Nutrición; 1999.
- Marcano L. El zinc en la dieta básica del venezolano. [Tesis de maestría]. Valencia, Universidad de Carabobo; 2000.
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 16-1. Nutrient Data Laboratory Home Page [Datos en línea] 2004. Disponible en: URL: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. N° 53, Serie Cuadernos Azules. Caracas: Editorial Texto C.A. 2000.
- del Real SI, Fajardo Z, Solano L, Páez MC, Sánchez A. Consumo y adecuación de energía y nutrientes en niños urbanos de bajos recursos económicos de Valencia, Venezuela. *An Venez Nutr* 2004, 17(2):74-80.
- Sanjur D. Food ideology systems and nutrient intake. En: Sanjur D. Social and cultural perspectives in nutrition. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, Inc. pp. 147-165, 1982.
- Instituto Nacional de Nutrición. Enriquecimiento de la harina de maíz precocida y de la harina de trigo en Venezuela. Una gestión con éxito. Publicación N°51, Serie Cuadernos Azules. Caracas: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Instituto Nacional de Nutrición, Dirección Técnica-División de Investigaciones en Alimentos; 1995.
- Morton JF, Guthrie JF. Changes in children's total fat intakes and their food group sources of fat, 1989-91 versus 1994-95: Implications for diet quality. *Fam Econ Nutr Rev* 1998;11:45-57.
- Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso. *An Pediatr (Barc)* 2003;58(6):584-593.
- French SA, Lin BH, Guthrie JF. National trends in soft drink consumption among children and adolescents age 6 to 17 years: prevalence, amounts, and sources, 1977/1978 to 1994/1998. *J Am Diet Assoc* 2003;103(10):1326-31.
- Mazariegos E, Guerrero-Romero F, Rodríguez M. Consumption of soft drinks with phosphoric acid as a risk factor for the development of hypocalcemia in children: A case-control study. *J Pediatrics* 1995;126:940-2.
- Dewey K, Romero-Abal M, Quan J, Bulux J, Peerson J, Engle P, et al. Effects of discontinuing coffee intake on iron status of iron-deficient Guatemalan toddlers: a randomised intervention study. *Am J Clin Nutr* 1997, 66:168-76.
- Griffiths RR, Vernotica EM. Is caffeine a flavoring agent in cola soft drinks? *Arch Fam Med* 2000 9(8):727-34.
- Pollack C, Bright D. Caffeine consumption and weekly sleep patterns in US seventh-, eighth-, and ninth-graders. *Pediatrics* 2003;111(1):42-46.
- Strain EC, Mumford GK, Silverman K, Griffiths RR. Caffeine dependence syndrome. Evidence from case histories and experimental evaluation. *JAMA* 1994; 272 :1043 -1048.
- Moya de Sifontes Z, Bauce G, Mata E, Córdova M. Consumo energético y de macronutrientes en niños y adolescentes de Caracas de 4 a 17 años. *An Venez Nutr* 2000;13(2):101-107.
- Yip R, Dallman P. Hierro. En: Ziegler E, Filer L. Conocimientos Actuales de Nutrición. 7ª ed, Publicación Científica No. 565. Washington DC: OPS; 1997. p. 294-311.
- García MN; Layrisse M. Absorción del hierro de los alimentos. Papel de la vitamina A. *Arch Latinoamer Nutr* 1998;48(3):191-196.
- James L. Groff, Sareen S. Gropper. Microminerals. En: James L. Groff, Sareen S. Gropper. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 3ª ed. Belmont, CA: Wadsworth-Thomson Learning; 1999 p. 402-417.
- FAO/WHO. Iron. En: *Report of a joint FAO/WHO expert consultation on Human vitamin and mineral requirements, Bangkok, Thailand*. Rome: Food and Agriculture Organization; 2002. p. 195-221.
- Monge R, Nuñez H. Dietary calcium intake by a group of 13-18 year old Costa Rican teenagers. *Arch Latinoamer Nutr* 2001;51(2):127-31.
- Alianza para una Nutrición saludable. Prevalencia del déficit de Vitamina A en niños y niñas entre 6 a 59 meses de edad. Caracas: UNICEF, Instituto Científico de Nutrición Procter & Gamble, Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Instituto Nacional de Nutrición, Centro de Investigaciones en Nutrición-Universidad de Carabobo/Imprenta Artico; Abril 2003.

Recibido:21-04-2005

Aceitado:21-10-2005

Effect of gamma irradiation on the microbiological quality of minimally processed vegetables

L. López V., S. Avendaño V., J. Romero R., S. Garrido, J. Espinoza and M. Vargas

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago de Chile,
Comisión Chilena de Energía Nuclear, Santiago, Chile

SUMMARY. The initial microflora of minimally processed celery and cabbage packaged under a modified atmosphere was determined. The samples came from the same producer and were sold in a supermarket chain of Santiago, Chile. Although neither *E. coli* nor *Salmonella* spp. were detected, initial total plate and *Enterobacteriaceae* counts were high ($= 10^5$ cfu/g), not meeting in most cases the specifications of the Chilean legislation. The D_{10} value for two strains of *E. coli* (ATCC 8739 and a wild type) inoculated as indicator microorganisms was determined. After irradiating with 5 D_{10} doses (1kGy), the variation of the microbial population and sensory quality during a 7 days storage period at 5°C was studied. In irradiated celery, a reduction of 4.7 and 3.8 logs for total plate and *Enterobacteriaceae* counts respectively was observed. There was a decrease of 3.8 and 3.6 logs in cabbage for total plate and *Enterobacteriaceae* counts respectively. In both irradiated and non-irradiated vegetables, neither *E. coli* nor *Salmonella* spp. were detected. An increase of 1.6 – 1.7 logs in both microbiological parameters in non-irradiated samples was observed during storage. In irradiated products, only celery showed an increase of 1.2 log in total plate count. Both *Enterobacteriaceae* count in the two vegetables and Total plate count in cabbage presented essentially no variation in time. No significant differences ($p=0.05$) were detected in sensory total quality between the control and the irradiated vegetable and between days of storage.

Key words: Gamma irradiation; minimally processed vegetables; *Escherichia coli*, cabbage, celery.

RESUMEN. Efecto de la radiación gamma en la calidad microbiológica de vegetales minimamente procesados. Se determinó la microflora inicial de apio y repollo minimamente procesado, envasado en atmósfera controlada, proveniente de un proveedor y disponible en una cadena de supermercados de la ciudad de Santiago de Chile. Aunque no se detectó *E. coli* ni presencia de *Salmonella* spp, los recuentos de aerobios mesófilos y de enterobacterias fueron elevados ($= 10^5$ ufc/g), sobrepasando en la mayoría de los casos las especificaciones de la legislación chilena. Se determinó el valor D_{10} para dos cepas de *E. coli* (ATCC 8739 y una cepa silvestre aislada de vegetales) inoculadas como microorganismos indicadores. Se estudió la variación de la población microbiana y la calidad sensorial, después de irradiar con dosis de 5 D_{10} (1 kGy), durante un período de almacenamiento de 7 días a 5°C. En apio irradiado se observó una reducción de 4,7 y 3,8 ciclos logarítmicos en el recuento de aerobios mesófilos y de enterobacterias, respectivamente. En repollo la reducción fue de 3,8 y 3,6 logaritmos para recuento de aerobios mesófilos y enterobacterias, respectivamente. En ambos vegetales irradiados y no irradiados, no se detectó *E. coli* ni presencia de *Salmonella* spp. Durante el almacenamiento se observó un aumento de 1,6 – 1,7 logaritmos en ambos parámetros microbiológicos en las muestras no irradiadas. En los productos irradiados solo en apio se observó un aumento de 1,2 logaritmos en el recuento de aerobios mesófilos. En repollo el recuento de aerobios mesófilos se mantuvo sin variación en el tiempo, lo mismo se observó para el recuento de enterobacterias en ambos vegetales. No se detectaron diferencias significativas ($p=0,05$) en la calidad sensorial total, entre el control no irradiado y los productos irradiados, ni entre los días de almacenamiento.

Palabras clave: Irradiación gamma; vegetales minimamente procesados; *Escherichia coli*, repollo, apio.

INTRODUCTION

Microbiological quality is an important factor to consider in the quality concept of a food product. Normally, fruits and vegetables carry a non-pathogenic epiphytic microflora. However, there are certain factors contributing to the microbiological contamination of these products with pathogens. Contamination may arise as a consequence of treating soil with organic fertilizers such as manure and sewage

sludge and from irrigation water. Additionally, the application of technologies such as cutting, slicing, skinning and shredding remove the natural protective barriers of the intact plant, likely providing a suitable medium for the growth of contaminating microorganisms. Some of these microorganisms are capable of growing on whole, minimally processed or cut fruits and vegetables under routine handling and storage conditions. Outbreaks of human diseases associated with the consumption of raw vegetables and fruits often occur in developing countries

and have become more frequent in developed countries over the past decade (1, 2).

For fresh-cut vegetables that are eaten raw, none of the currently used treatments may be relied on to substantially reduce the number of contaminating microorganisms occurring during some of the steps of the food chain, such as harvest, transportation, storage, distribution and handling before consumption. Washing with antimicrobial compounds, while important, often brings about only a relatively small reduction. Eliminating the risks is difficult. Managing them is based on identifying and controlling those factors that are important in preventing contamination or limiting growth of pathogenic microorganisms between farm and plate (1-3).

Nowadays, the food market offers a great variety of minimally processed vegetables. Nevertheless, the elaboration process does not always reduce the presence of spoilage and/or pathogenic microorganisms to an adequate level. In Chile, the label in these products specifies that they are ready-to-eat, not needing a previous treatment such as washing, disinfecting, or cooking.

According to several studies, the application of ionizing irradiation is a promising technology that may be used to control spoilage and pathogenic microorganisms in order to increase shelf life, improve the safety of ready-to-eat fruits and vegetables and as a substitute for the use of decontaminating chemicals (4-7).

Considering that, in order to accept a chemical product as a sanitizing agent, it is necessary that the compound kill 99.999% of a certain microorganism population (8), when using gamma radiation a 5 log reduction would be desired, that means irradiation with a 5 D_{10} dose.

The objective of this study was to evaluate the effect of irradiation on the microbiological and sensory quality, and changes occurring during the storage under refrigerated conditions of minimally processed celery (*Apium graveolens* var dulce), and cabbage (*Brassica oleraceae* var capitata). An irradiation dose corresponding to 5 D_{10} for two *E. coli* strains inoculated as indicator microorganism in the vegetables was used.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Samples from minimally processed celery and cabbage were obtained from a supermarket in Santiago, Chile. Celery was presented in slices and cabbage was finely shredded. Both vegetables came from the same producer, harvested from a single source. The vegetables were sanitized using sodium hypochlorite and packaged in polyethylene bags under nitrogen atmosphere. The date of purchase was the same day the products were delivered to the market. Shelf life data printed on the package was 8 days, when stored at 5°C.

Methods

Microbiological quality of the products

In order to obtain the indigenous micro flora of the selected products, a previous study was carried out. Twelve samples of each product, purchased 4 at a time at different dates, were analyzed, determining Total plate count (TPC), *Enterobacteriaceae* count (Ent), Most Probable Number of *E. coli* (MPN) and detection of *Salmonella* spp. in 25 g (Sal). TPC, MPN and Sal were carried out according to Bacteriological Analytical Manual (9) and Ent according to ISO 7402, (10).

Dosimetry study

According to ASTM D 2954-71 (11), dosimetry was conducted for each vegetable in an experimental irradiator BPCDI N°3 (Brookhaven Portable Cesium Development Irradiator) provided with a Cs_{137} source. The source's activity was 53,430 Ci (1.98×10^{15} Bq) and the dose rate was 0.44 Gy/sec. Ferrous-sulfate cupric-sulfate dosimeters were prepared to measure the absorbed doses.

Determination of D_{10} value for *E. coli*

Preparation of the inocula

Two strains of *E. coli* were used, an ATCC 8739 and a wild type, previously isolated by the authors from vegetables purchased at the local market. The cultures were grown at 35°C for 24 h in Tryptic Soy Broth (Oxoid) to a concentration of 10^9 colony forming units (cfu)/ml, then diluted with 0.1% peptone water (pH 7) and used to contaminate the vegetables so as to obtain $10^5 - 10^6$ cfu/g.

Inoculation

To inoculate the samples, 100 g of each pre-cut vegetable, disinfected by irradiating with a 25 kGy dose, were introduced in a sterile flask containing 1 liter of the diluted culture suspension and shaken for 5 min. The liquid was withdrawn through a sterile plastic bag with holes. Aseptically, 5 samples of 10 g of each vegetable were weighed, packaged in sterilized bags and sealed.

Irradiation

Samples of each vegetable were irradiated with 0.5 kGy, 1.0 kGy, 1.5 kGy and 2.0 kGy. Non-irradiated samples were kept as control. After the irradiation, the 10 g samples were homogenized with 90 ml of 0.1% peptone water (pH 7) in a Stomacher (Lab Blender Stomacher 400, Type BA 7021, Seward, London) for 1 min at normal speed (200 paddles/min). Considering that the study was performed with pure cultures of both strains, *E. coli* count was carried out plating 1 ml decimal aliquots into Petri dishes and pouring Tryptic

Soy Agar (Oxoid). Plates were incubated at 35°C for 24 – 48 h before counting. D_{10} value was calculated using the mean of 3 replicates of the experience for each vegetable.

Effect of a 5 D_{10} dose and changes occurring during the refrigerated storage of non-inoculated vegetables

Microbiological study

Aseptically, 25 g for the Sal determination and 10 g for TPC, Ent and MPN controls from each vegetable were weighed, packaged in sterilized bags and sealed. All non-inoculated samples were irradiated with the 5 D_{10} dose. Non-irradiated products were kept as control. The products were assessed after the irradiation (T0) and during storage at 5°C for up to 7 days, controlling at 2, 5 and 7 days. The experience was replicated 4 times for each vegetable. Means and standard errors were calculated from a commercial spreadsheet (Microsoft Excel). Data were analyzed using ANOVA and Duncan Test (5% level) using Statgraphics 5.1.

Sensory evaluation

The total sensory quality, that is, the evaluation of texture, visual, odor and flavor attributes of the irradiated and non-irradiated samples, were evaluated by using the Scoring method with a scale from 1 (I dislike it extremely) to 9 (I like it extremely) points. The evaluation was carried out by 6 panelists. The training of the panelists was developed by presenting them with vegetal samples having different degrees of sensory damage, in order to obtain experience and the ability to objectively differentiate amongst the 9 points of the used scale.

The evaluation of the refrigerated stored samples was carried out on days 1, 4 and 7 after irradiating with a 5 D_{10} dose. Samples were presented to the panelists in a tray containing two dishes with 20 g of the vegetable, one corresponding to the irradiated sample and the other to the non-irradiated control. Dishes were randomly codified.

Two replicates at different dates were carried out. Data was analyzed using ANOVA and Duncan Test (5% level) using Statgraphics 5.1.

RESULTS AND DISCUSSION

Microbiological quality of the original products

Results of the microbiological analysis of celery and cabbage are presented in Figure 1 and Figure 2 respectively.

Although the presence of no *E. coli* or *Salmonella* spp. was detected, and considering that these are minimally processed vegetables, the observed initial contamination for TPC and Ent is high. Total plate counts over 6.0 log cfu/g were observed in 75% and 58% of the celery and cabbage samples respectively. Prakash et al. (12) reported aerobic

counts of 6.57 (log cfu/g) in diced celery, Farkas et al. (13) found levels of 6.0 (log cfu/g) for total plate counts in pre-cut carrots. The Enterobacteriaceae counts were higher than 5.0 log cfu/g in 58% and 17% of celery and cabbage respectively. Farkas et al. (13) reported counts of this bacterial group in fresh carrots, which agrees with the results mentioned in the present study. It is necessary to consider that in the cited literature, findings were obtained from fresh vegetables, that is, neither with a previous treatment nor minimally processed products like the ones used in this work.

FIGURE 1

Microbiological analysis of celery samples (■) Total plate count, (□) *Enterobacteriaceae* count

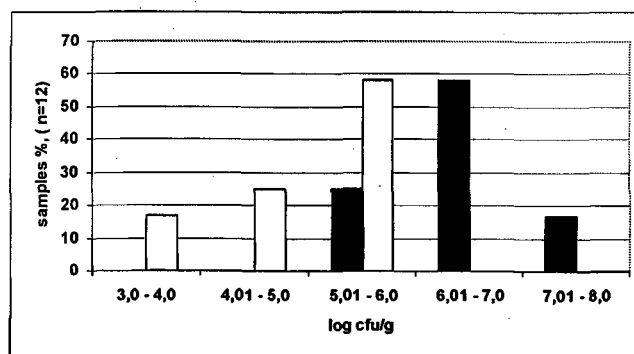
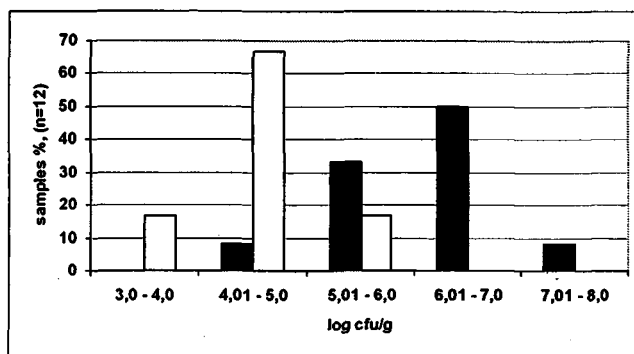


FIGURE 2

Microbiological analysis of cabbage samples (■) Total plate count, (□) *Enterobacteriaceae* count



The label on the products used for the present study states: "open and eat, no washing or disinfecting needed". This means that the consumption of these vegetables could be a potential risk for sensitive people such as the young, the old, the pregnant and the immunocompromised consumers (2). The observed microbial levels were detected in samples purchased close to the packing day. These levels are likely to increase after 8 days of refrigerated storage, recommended as expiration date.

Considering these minimally processed vegetables as ready-to-eat products, the microbiological limits specified by the Chilean legislation (14) are $n=5$, $c=1$, $m=4.7$ log cfu/g and $M=5.7$ log cfu/g for TPC and $n=5$, $c=1$, $m=3.0$ log cfu/g and $M=4.0$ log cfu/g for Ent. Based on the M value for TPC, only 2 celery samples (17%) and 4 cabbage samples (33%) meet the recommended limits. Regarding the Enterobacteriaceae count, 2 samples (17%) of each product are within the suggested limit. No international data regarding this kind of microbiological parameters for ready-to-eat minimally processed vegetables were found.

Dosimetry study

Dosimetry measurements indicated that a good homogeneity in the mean absorbed dose was obtained, that is, the uniformity rate of the irradiation process. Values of 1.11 and 1.16 for celery and cabbage respectively were calculated.

Determination of D_{10} value for *E. coli*

The D_{10} values obtained for both strains (ATCC and wild) in celery and cabbage are shown in Table 1.

TABLE 1
 D_{10} values (kGy) for *E. coli* inoculated in minimally processed celery and cabbage

Vegetable	ATCC strain	Wild strain
Celery	0.18 ± 0.01^1	0.22 ± 0.03
Cabbage	0.22 ± 0.03	0.23 ± 0.01

¹ mean from 3 trials \pm standard deviation. No statistically significant differences were found ($p \geq 0.05$)

E. coli was chosen as an indicator microorganism in order to know the behavior, when irradiating, of the natural microflora in this kind of vegetable products. The study of the D_{10} value for two different strains of the microorganism (a wild and an ATCC strain) was carried out in order to determine the $5 D_{10}$ dose used for the irradiation of the samples. In both vegetables, the D_{10} values calculated for the ATCC strain are lightly lower than the one obtained for the wild strain. For cabbage, the values obtained for both strains were lightly higher than the one calculated for celery. However, no statistically significant differences between both strains and vegetables were found ($p \geq 0.05$).

Although no literature data for D_{10} values were found regarding minimally processed vegetables inoculated with this microorganism, a comparison between results in other matrices will be considered. D_{10} values of 0.2 kGy and 0.25 - 0.5 kGy

for *E. coli* were reported by Garbutt (15) and Adams and Moss (16) respectively, although no further details on food matrices and bacterial strain are given. Doyle (17) presents values of 0.23 - 0.35 kGy when inoculating in fresh foods of animal origin. Studies with a O157:H7 strain showed results of 0.27 kGy, 0.24 - 0.27 kGy and 0.24 kGy in poultry, fresh foods and meat respectively (5, 17, 18). ICMSF (19) reports different values for ground poultry and ground meat that range between 0.241 and 0.39 kGy, using wild and O157:H7 strains. The radiation source, gaseous phase and temperature are detailed. According to this literature data, the results found in this study could be considered within the range of reported D_{10} for *E. coli*.

Effect of the $5 D_{10}$ dose

According to the obtained D_{10} values, the $5 D_{10}$ irradiation dose that should be used for the experience would be 0.90 kGy and 1.10 kGy for the ATCC and wild strains in celery respectively, and 1.10 kGy and 1.15 kGy for the ATCC and wild strain in cabbage respectively. Considering the application of this irradiation treatment at industrial level, and the fact there were no statistically significant differences in the calculated D_{10} values between both strains and the vegetables, a dose of 1.0 kGy was used for the irradiation of all samples.

Irradiation effect on microbiological counts

Figures 3 and 4 present the results of the irradiation effect and the variation of microbiological counts (log cfu/g) of the products during storage at 5°C.

FIGURE 3

Effect of radiation and changes in TPC and Ent counts in celery during refrigerated storage. (●) TPC and (■) Ent Control (non-irradiated), (○) TPC 1.0 kGy, (□) Ent 1.0 kGy. Error bars indicate standard deviation

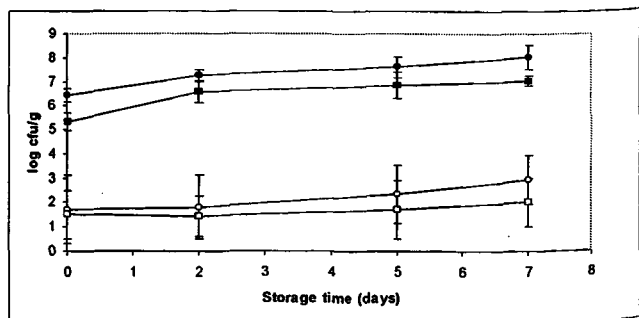
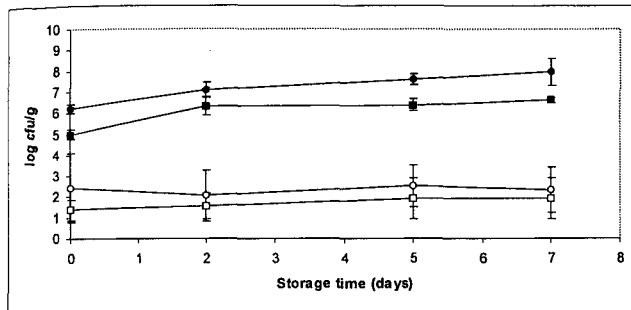


FIGURE 4

Effect of radiation and changes in TPC and Ent counts in cabbage during refrigerated storage. (●) TPC and (■) Ent Control (non-irradiated), (○) TPC 1.0 kGy, (□) Ent 1.0 kGy. Error bars indicate standard deviation



Initial total plate and *Enterobacteriaceae* counts are similar to those obtained in the preliminary study. No *E. coli* or *Salmonella* spp. during the studied period were detected. After irradiation, a 4.7 and a 3.8 log reduction in TPC and Ent respectively was observed in celery. Prakash et al. (12) reported a reduction of 4.6 logs in the aerobic microorganisms count, after irradiating diced celery with 1 kGy. The effect of the 1 kGy dose was lower in cabbage; the reduction was of 3.8 and 3.6 logs in TPC and Ent respectively. A 3.5 and 4.0 log reduction irradiating carrots cubes with the same dose was achieved by Farkas et al (13), in TPC and Ent respectively.

The population of TPC on the non-irradiated samples increased during storage. At the end of the study, changes of 1.6 and 1.7 logs were observed in celery and cabbage respectively. Other authors reported an increase of 2.4 logs in diced celery on the 8th storage day; 2.5 logs in fresh pre-cut sliced bell peppers at day 7 and 2.0 logs in cut romaine lettuce packaged under modified atmosphere, at day 11 (13, 12, 20). At day 7, *Enterobacteriaceae* counts increased in 1.7 and 1.6 logs in celery and cabbage respectively. Values informed by Farkas (13) in sliced bell peppers showed an increase of nearly 3 logs. Statistically significant differences ($p \leq 0.05$) were found between day 0 and days 2, 5 and 7 for both microbiological parameters. Comparing these results may give a trend of the behavior of the microbial population, but the kind of vegetable studied, the treatment or preparation of the samples, the type of the indigenous microflora and storage time must be considered.

During the storage of the irradiated samples, the increase of the surviving flora was lower than the obtained in the non-irradiated products. In general, TPC and Ent counts remained essentially stable during storage of both products. The higher count at day 7 was observed in celery, where TPC was 1.2 log higher than the result obtained at the initial day. Prakash et al. (12) reported variation in TPC of 1.9 log after 8 days at 5°C, in diced celery irradiated with 1 kGy. No statistically

significant differences ($p \geq 0.05$) were found between day 0 and days 2, 5 and 7 for both microbiological parameters. The colony's characteristics obtained from the irradiated samples presented a great variety between the replicate samples, which may be due to a non homogeneous microflora of the initial products. This could depend on a non-standardized process or treatment during the elaboration of the minimally processed products and/or different culture conditions of the vegetable. It is possible to point out that when irradiating with a 1 kGy dose, an important reduction of the initial microflora can be achieved. Moreover, these levels of contamination could be maintained during storage within the microbiological limits recommended by the Chilean legislation, which is not achieved with the non-irradiated samples.

Sensory evaluation

Table 2 presents a comparison of the results for total sensory quality, between the non-irradiated samples and the irradiated vegetables during the refrigerated storage. No significant differences ($p \geq 0.05$) were observed between the non-irradiated and the irradiated samples, and between days of refrigerated storage. According to the obtained results, the panelists were unable to distinguish significant changes in the total quality of each vegetable. At the end of the storage period, the score obtained for irradiated celery was 5.3 ("I like it a little") and 6.8 ("I like it more or less") for cabbage. In both cases, the acceptability at day 7 was better for the irradiated samples when comparing with the scores obtained for the not irradiated vegetables. The score considered as a limit for acceptability was 3 (I dislike it a little). Clark (6) reported that irradiation of whole fruits and vegetables was not successful, because many products have a low tolerance for radiation and develop skin damage and internal browning; however, fresh cut products do not exhibit these reactions. The vegetables used in the present study can be considered as fresh cut products, agreeing with the statement cited above.

TABLE 2

Total sensory quality of celery and cabbage (non-irradiated and irradiated) during the refrigerated storage using scoring method with a 1 to 9 points scale¹

Days	Celery		Cabbage	
	Non irradiated	1.0 kGy	Non irradiated	1.0 kGy
1	6.2 ± 0.90 ²	6.7 ± 0.90	7.0 ± 0.21	6.7 ± 0.21
4	6.0 ± 0.48	5.7 ± 0.48	6.5 ± 0.57	5.2 ± 0.57
7	4.5 ± 0.49	5.3 ± 0.49	5.7 ± 0.59	6.8 ± 0.59

¹ 1 = I dislike it extremely, 9 = I like it extremely

² mean from 2 trials and scores obtained from 6 panelists ± standard deviation.

No statistically significant differences were found ($p \geq 0.05$)

As a conclusion to the present study, it is necessary to point out the high levels of total plate and *Enterobacteriaceae* counts detected in these samples of minimally processed celery and cabbage from the Chilean market. Irradiation with a 1 kGy doses reduced this contamination to acceptable levels without changing the acceptability of the samples during the recommended shelf life. The remaining microflora in the irradiated products does not show a significant increase during the refrigerated storage recommended by the producer. Irradiation of this kind of ready-to-eat products is a feasible alternative treatment to be considered in order to improve the microbiological quality without affecting the sensory attributes and to extend the shelf life of the products.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the FAO/IAEA – Co-ordinated Research Project – CHI 11902

REFERENCES

1. Beuchat L. Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. Food Safety Issues, Food Safety Unit, World Health Organization; 1998.
2. European Commission. Health & Consumer Protection Directorate General. Risk Profile on the Microbiological Contamination of Fruits and Vegetables Eaten Raw; 2002 URL: http://www.europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index_en.html
3. Food Safety & Hygiene. A bulletin for the Australian Food Industry. Packaged minimally processed fresh-cut vegetables; 2000 URL: <http://www.dfst.csiro.au/fshbull/fshbull21.htm>
4. Thayer D and Rajkowski K. Developments in irradiation of fresh fruits and vegetables. Food Tech 1999; 53(11):62-65.
5. Federighi M and Tholozan JL. Traitments ionisants et hautes pressions des aliments. Paris: Ed. Economica; 2001. p. 59.
6. Clark P. Extending the Shelf Life of Fruits and Vegetables. Food Techn 2002; 56(4):98-106.
7. FAO/OIEA/OPS. Consulta Técnica Conjunta sobre el uso de Irradiación como medida de intervención en Salud Pública para el control de Enfermedades Transmitidas por Alimentos, Washington, D.C. Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena; 1992.
8. Ayres JC, Mundt JO and Sandine WE. Microbiology of foods. San Francisco: W. H. Freeman and Company; 1980. p. 131.
9. Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual on line; 2001. URL: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>
10. ISO 7402:1993 (E). Microbiology - General guidance for the enumeration of *Enterobacteriaceae* without resuscitation – MPN technique and colony-count technique. 1993.
11. ASTM D2954-71. Standard Test Methods for Absorbed Gamma and Electron Radiation Dose with the Ferrous Sulfate – Cupric Sulfate Dosimeter. ASTM, Philadelphia, P.A.; 1977.
12. Prakash A, Inthajak P, Huibregtse F, 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. Farkas J, Sárny T, Mohácsi-Farkas C, Horti K and Andrassy E. Effects of Low-dose Gamma Radiation on Shelf-life and Microbiological Safety of Pre-cut/Prepared Vegetables. Advances in Food Science 1997; 19(3/4):111-119.
14. Ministry of Health. Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos. Santiago de Chile: Ediciones Publiley; 2000. p. 89.
15. Garbutt J. Essentials of Food Microbiology. London: Ed. Arnold; 1997. p. 113.
16. Adams M.R., Moss M.O. Food Microbiology. Cambridge: The Royal Society of Chemistry; 1995. p. 76.
17. Doyle M, Beuchat L and Montville T. Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y Fronteras. Zaragoza: Ed. Acribia; 1997. p. 533.
18. Olsson DG. Irradiation of food. IFT Expert Panel on Food Safety and Nutrition. Food Tech 1998; 52(1):56-62.
19. International Commission on Microbiological Specifications for Foods, ICMSF. Microbiological Specifications of Food Pathogens. London: Published by Blackie Academic & Professional; 1996. p. 135.
20. Prakash A, Guner A, Caporaso F and Foley D. Effects of Low-dose Gamma Irradiation on the Shelf Life and Quality Characteristics of cut Romaine Lettuce Packaged under Modified Atmosphere. J. Food Sci 2000b; 65(3):549-553.

Recibido: 18-05-2005

Aceptado: 31-08-2005

Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays L.*) como colorantes en yogur

Yolanda Salinas Moreno, David Rubio Hernández y Antonio Díaz Velázquez

Laboratorio de Maíz. INIFAP., Depto. de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue determinar el uso potencial de las antocianinas extraídas de granos de maíz, como colorantes en yogur. Se emplearon cuatro variedades nativas de maíz (Arrocillo, Peruano, Purepecha y Cónico), que posee alta concentración de antocianinas en el pericarpio y en la capa de aleurona. Estas estructuras del grano se separaron mecánicamente con ayuda de una perladora de cebada Strong-Scott, obteniendo la fracción pericarpio-capas de aleurona (FPCA), que se caracterizó en términos del contenido total de antocianinas, y se obtuvo su perfil de antocianinas mediante HPLC. Las antocianinas extraídas de la FPCA fueron añadidas a un yogur natural comercial, en concentración de 1 mg/100 g de yogur. Las muestras de yogur coloreadas se almacenaron bajo condiciones de refrigeración ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$) durante 25 días y se les midió color y pH cada 5 días. El más alto contenido de antocianinas se obtuvo en la FPCA del maíz Peruano y fue de 259.4 mg/100 g de muestra. El color del yogur obtenido con los cuatro extractos fue diferente. Los coloreados con los extractos de los maíces Peruano y Arrocillo mostraron un tono rojizo más intenso que los obtenidos con los de Cónico y Purepecha. El color de los yogures se mantuvo sin cambios durante los primeros cuatro días, pero entre los días 5 y 10 de almacenamiento, cambió a una tonalidad más amarillenta, al incrementarse los valores de Hue. Sin embargo, estos cambios no fueron visualmente evidentes, por lo que es posible el uso de los pigmentos del grano de maíz para teñir alimentos de acidez intermedia como el yogur.

Palabras clave: Antocianinas, maíz, color, pH, yogur, pigmentos naturales.

SUMMARY. Extraction and use of pigments from maize grains (*Zea mays L.*) as colorants in yogurt. The aim of the present work was to determine the potential use of anthocyanins from maize grains as colorants in yogurt. Pigments were extracted from four native maize varieties (Arrocillo, Peruano, Purepecha and Cónico), which possess a high anthocyanin concentration in the pericarp. Pericarp and aleurone layer were mechanically removed from grain using a Strong-Scott barley pearled. Yields of pericarp and aleurone layer fraction (PALF) were evaluated. Total anthocyanin content in this fraction was determined by a conventional spectrophotometric method and the anthocyanin profile was obtained by HPLC. One mg of anthocyanin extracts from the PALF was added to 100 g of a commercial plain yogurt. Yogurt samples were kept under refrigerated conditions and color and pH were monitored every 5 days interval, during three weeks. The yields of PALF were 48.4%, 55.1%, 40.2%, and 40.0% for Arrocillo, Peruano, Cónico and Purepecha varieties, respectively. The highest total anthocyanin content (259.4 mg of anthocyanins/100 g sample) was observed in Peruano PALF. The color of yogurts dyed with each of the four extracts was different. Yogurts dyed with Peruano and Arrocillo extracts showed a more intense reddish tone than those dyed with Cónico and Purepecha. After 5 to 10 days under refrigerated storage, the color of all yogurt samples changed to a slight yellowish tone according to the Hue values. Nevertheless, these changes were not visually evident.

Key words: Anthocyanins, maize, color, pH, yogurt, natural pigments.

INTRODUCCION

Actualmente el uso de colorantes sintéticos en alimentos ha sido severamente cuestionado en los países desarrollados, ya que algunos reportes indican que el consumo indiscriminado de estos pigmentos está ligado con el desarrollo de enfermedades degenerativas como algunos tipos de cáncer (1).

De los colorantes que han sido prohibidos destacan los rojos, por lo que las antocianinas son una alternativa importante para sustituirlos. Las antocianinas son el grupo más importante de compuestos hidrosolubles, responsables de los colores rojos, púrpura y azul que se aprecian en flores, frutos y otras partes de las plantas (2). Por años estos compuestos han sido

consumidos por el hombre sin ningún efecto perjudicial evidente. Su incorporación en alimentos tiene la ventaja no sólo de impartir color, sino que por las propiedades antioxidantes que las antocianinas poseen (3), se pueden considerar como alimentos funcionales.

La utilización de estos compuestos como pigmentos en alimentos ha estado limitada por su susceptibilidad, entre otros factores, al pH y a la temperatura (4). De acuerdo al valor del pH, se presenta una variación en el color que adquieren las antocianinas cuando están en solución. Por consiguiente, es posible observar un color rojo o anaranjado a pH ácido de aproximadamente 2 ó menor, un color azuloso a pH entre 2 y 4, predominando la base quinoidal. Con un pH de 5 la antocianina es incolora y presenta la pseudo base carbinol; si

el pH es de 6 se tiene la pseudo base chalcona, que es también incolora. Y cuando el pH se incrementa por arriba de 7, la antocianina se degrada de forma irreversible (5).

El descubrimiento de las antocianinas de tipo acilado, que son más estables a cambios de temperatura y pH que las no aciladas, ha venido a reactivar nuevamente la búsqueda de fuentes naturales de estos compuestos para su uso como pigmentos en alimentos (6,7).

La mayor estabilidad que muestran las antocianinas aciladas a cambios de pH y temperatura se considera que se debe a que los radicales acilo interactúan con los núcleos de flavilium y logran así dar mayor estabilidad a la copigmentación intramolecular, además de prevenir la reacción de hidratación del C2 de la molécula (8).

En maíz se ha reportado la presencia tanto de antocianinas no-aciladas, como aciladas (9), y según reportes de varios autores (10-13), en esta gramínea abundan las de tipo acilado.

México cuenta con una gran cantidad de variedades de maíz que presentan granos de colores morados, azules, rojos y guindas. En estos últimos el pigmento se localiza tanto en el pericarpio, como en la capa de aleurona y el contenido de antocianinas en el grano llega a ser de hasta 1151 mg/kg de muestra (14). En los granos de color guinda, la concentración de antocianinas en el pericarpio alcanza valores de hasta 1.5%, por lo que representan una fuente importante de pigmentos naturales con colores rojos, sin embargo, los trabajos que avalan el uso de estos pigmentos en productos de acidez intermedia como el yogur, son escasos (15). Por lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron: i) determinar el contenido de antocianinas en la fracción pericarpio-aleurona (FPCA) obtenida de cuatro variedades nativas de maíz de grano color guinda, ii) caracterizar el extracto de antocianinas obtenido de las FPCA, y iii) evaluar la estabilidad de dichos extractos al ser incorporados como colorantes en yogur.

MATERIALES Y METODOS

Material de estudio. Se emplearon las variedades nativas de maíz Arrocillo, Cónico, Peruano y Purepecha, de grano guinda. Se separó el pericarpio y la capa de aleurona del grano (FPCA) mediante una perladora de cebada (Strong-Scott). La separación de estas fracciones del grano requirió determinar el contenido de humedad y tiempo de perlado adecuado, así como el tipo de disco a emplear en la perladora para realizar el perlado. El rendimiento de la FPCA bajo este proceso fue calculado en porcentaje, considerando la cantidad de muestra inicial y el peso de la FPCA obtenida. Cada muestra de maíz se perló por duplicado.

Antocianinas totales. La cuantificación de antocianinas totales se realizó en la FPCA obtenida por perlado de cada uno de los maíces. La FPCA se mezcló para homogenizarla y la cuantificación de antocianina total se realizó por duplica-

do, empleando el método descrito por Salinas *et al.* (10).

Extracción y concentración del pigmento. La extracción de las antocianinas a partir de la FPCA obtenida de cada muestra de maíz se efectuó usando dos disolventes distintos. Uno fue etanol: ácido acético: agua, en proporciones de 10:1:9; el otro fue metanol: ácido acético: agua, usando exactamente las mismas proporciones. El metanol es más efectivo que el etanol para la extracción de antocianinas (16), aunque su toxicidad impide que se pueda emplear cuando las sustancias extraídas se usarán para consumo humano. Sin embargo, la extracción se realizó con los dos disolventes para comparar los perfiles de antocianinas obtenidos cuando se emplea uno u otro. El extracto de antocianinas que se empleó en el yogur se extrajo a partir de 4 g de FPCA con 80 mL de solvente (mezcla de etanol: ácido acético: agua, 10:1:9 v/v). Se realizaron cuatro extracciones sucesivas. El extracto obtenido de cada muestra, fue concentrado hasta sequedad en un Rotavapor (Laborota 4010, Heidolph Instruments, Germany), a 40°C, y redisoluto en ácido láctico al 3% en agua, hasta tener un volumen aproximado de 10 mL. Se colocó en tubos ámbar y se guardó a temperatura de congelación hasta su análisis y/o aplicación al yogur. Se verificó la concentración del extracto antes de aplicarlo al yogur.

Purificación del extracto de antocianinas. Se tomó 1 mL de la muestra concentrada para realizar una doble purificación. La primera consistió en hacer pasar el extracto por una columna de Amberlita XAD-7, usando agua acidificada al 5% con ácido acético (A) y metanol acidificado al 5% con ácido acético (B). El primero se usó para lavar la columna y el segundo para liberar los pigmentos retenidos en la columna. Se realizó una segunda purificación, empleando una columna Sephadex LH-20 y un gradiente de elusión con dos solventes (A) MeOH/TFA/H₂O (19.8:0.2:80.0 v/v) y (B) MeOH/TFA/H₂O (59.4:0.6:40.0 v/v), realizando la elusión conforme a lo descrito por Fossen *et al.* (11).

Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC). Se usó un equipo HP modelo 1100 (Agilent Technologies, Germany) formado por un inyector manual, una bomba cuaternaria, y un detector UV-Vis. La columna analítica empleada fue una ODS-Hypersil (200 x 5 mm) con un tamaño de partícula de 5 µm. El análisis se realizó usando como solventes HCOOH/H₂O (1:9) (A) y HCOOH/H₂O/MeOH (1:4:5) (B). Utilizando un gradiente lineal de 10 % de B hasta 100 % por 17 minutos, seguido de una elusión isocrática por 4 minutos (100% B) y, finalmente, un gradiente lineal de 100 % de B hasta 10% de B por 1 minuto, conforme a lo descrito por Fossen *et al.* (11). Los solventes fueron grado HPLC y se filtraron con membranas de 0.2 µm (Millipore Corporation, M.A.) antes de ser usados. El volumen inyectado fue de 20 L y la velocidad de flujo de 1.2 mLmin⁻¹ con un tiempo de

corrida de 22 minutos. La identificación de las antocianinas se efectuó mediante el uso de estándares comerciales (Polyphenols, Norway) y por comparación con los resultados obtenidos por Fossen *et al.*, (11), cuyas condiciones de análisis fueron reproducidas en el presente trabajo.

Concentración de antocianinas empleada para colorear el yogur. Se midió el color de 5 marcas de yogur de fresa presentes en el mercado (A, B, C, D y E) en términos de los valores L^* , a^* y b^* que se obtuvieron en un equipo Hunter-Lab miniscan XEPLUS (Mod. PL50). Se calculó el tono o ángulo (θ) por medio de la expresión $\arctan(b^*/a^*)$. El "croma" de cada yogur fue calculado como: $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$. Se probaron distintas concentraciones de uno de los extractos de antocianinas (0.1, 0.2, 0.5, 0.8, 1.0, y 1.2 mg de antocianinas (ACN)/100 g de yogur natural) y se eligió la que permitía obtener los valores de croma y tono más parecidos a los de los yogures comerciales de fresa, que se ubicaron en un rango de 13.9-24.5° para tono y de 13.4-19.2 para croma. La concentración seleccionada fue 1 mg de antocianina/100 g de yogur. Dada la variabilidad de los parámetros de color entre los yogures, se eligió como referencia el de la marca "A" con valores de 16.4° y 13.4, para tono y croma, respectivamente.

Aplicación y evaluación del pigmento en el yogur. Se definió como unidad experimental 100 g de yogur base, a los cuales se adicionó 1 mg del extracto de antocianinas. El pigmento se incorporó mediante agitación manual. Se establecieron cuatro tratamientos correspondientes a los cuatro extractos de cada una de las muestras de maíz estudiadas y dos repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: pH, color, apariencia física (formación de grumos o gránulos de color). Las mediciones se realizaron el día de preparación de los tratamientos (día cero) y posteriormente cada 5 días a lo largo de 25 días, período que dura la vida de anaquel del yogur. Las muestras se mantuvieron en refrigeración a $4 \pm 1^\circ\text{C}$. Durante el periodo de evaluación se midió el color de una muestra del yogur base empleado para preparar los yogures coloreados para determinar si existían cambios de color que pudieran afectar el de los yogures coloreados.

Análisis estadístico. Debido a que la procedencia del material utilizado correspondió a muestras de granos de colectas producidas en ambientes diferentes, se aplicó la prueba de hipótesis para la comparación de medias de poblaciones normales, mediante el estadístico *t* de student (16) para la variable de contenido de antocianinas en la FPCA.

RESULTADOS

Rendimiento y contenido de antocianinas en la FPCA. El rendimiento de la fracción pericarpio-capa de aleurona

(FPCA) para cada uno de los maíces fue diferente, lo mismo que su contenido de antocianinas. Las variedades Peruano y Arrocillo presentaron los mayores rendimientos y también los contenidos de antocianinas más elevados, en tanto que los menores rendimientos y contenidos de antocianinas se observaron en Cónico y Purepecha (Tabla 1). Se determinó que sólo se requieren dos extracciones sucesivas para agotar más del 90 % del pigmento presente en la FPCA.

TABLA 1
Rendimientos de la fracción pericarpio y capa de aleurona (FPCA) y contenido de antocianinas totales en cuatro variedades de maíz

Variedad	Rendimiento de FPCA (%)	Contenido de antocianinas (mg/100 g de FPCA)
Peruano	55.1	259.4
Arrocillo	48.4	250.8
Purepecha	40.0	193.2
Cónico	40.2	135.2

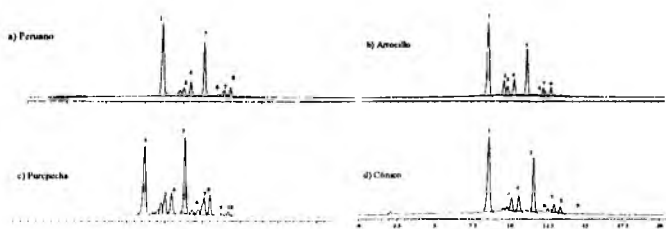
La comparación de medias de poblaciones normales, mediante el estadístico *t* de Student, con $\alpha=0.01$ y $(n_1+n_2-2)=2$ grados de libertad, mostró que no existen diferencias significativas del contenido de antocianinas en la FPCA entre las variedades Arrocillo y Peruano, pero si entre estas dos muestras y la FPCA de las variedades Purepecha y Cónico.

Perfil de antocianinas en los extractos del grano de maíz. El perfil de antocianinas en los cuatro extractos provenientes de los maíces Arrocillo, Cónico, Peruano y Purepecha fue el mismo, variando únicamente la proporción de cada una de ellas (Figura 1). Se observaron entre 8 y 10 diferentes antocianinas, de las cuales se identificaron cinco. Los picos 1 al 4 corresponden a antocianinas no aciladas, dentro de las cuales se halla en mayor proporción la cianidina 3-glucósido (pico 1); están presentes también pelargonidina 3-glucósido (pico 3) y peonidina 3-glucósido (pico 4). Estas tres antocianinas han sido previamente identificadas por otros investigadores en granos de maíz morado (17) e inflorescencias rojas de maíz (11). Las antocianinas aciladas identificadas fueron: cianidina 3-(6''malonilglucósido) (pico 5) y cianidina 3-(3'', 6'' dimalonil glucósido) (pico 7). La proporción de antocianinas aciladas en los extractos etanólicos de las variedades de maíz estudiadas fue menor que la obtenida cuando se empleó en la mezcla de extracción el metanol. Los porcentajes relativos de antocianinas aciladas obtenidas con metanol fueron: 54.7, 38.1, 55.2 y 63.3% para las variedades Peruano, Arrocillo, Purepecha y Cónico, respectivamente, mientras que con etanol se obtuvo: 29.9, 28.9, 47.3 y 34.4 % para las mismas variedades. Estos resultados coinciden con lo informado

por Yong-Ju y Howar (16), con relación a que el metanol es más efectivo para extraer antocianinas del tipo acilado que el etanol.

FIGURA 1

Perfil de antocianinas observado en extractos etanólicos del grano de maíz. La identificación de las antocianinas es como sigue; cianidina 3-glucósido (1), pelargonidina 3-glucósido (3), peonidina 3-glucósido (4), cianidina 3-(6'' malonilglucósido) (5) y cianidina 3-(3'',6'' dimalonil glucósido) (7)



La hidrólisis del extracto de antocianinas de cada uno de las muestras permitió identificar las agliconas de las que derivan las antocianinas presentes, y que fueron: cianidina, pelargonidina y peonidina (datos no mostrados), hallándose en mayor proporción la primera de ellas.

Color de los yogures y estabilidad de las antocianinas.

El pigmento se incorporó fácilmente y en forma homogénea en el yogur, sin que se observara la formación de puntos de color, durante los 25 días de evaluación. Tampoco se observó sinéresis (separación de fases) del color o migración del colorante hacia el suero del yogur. El color de los yogures coloreados con cada uno de los cuatro extractos fue diferente desde el primer día, no obstante que la concentración de antocianinas incorporada al yogur fue la misma para todos (Tabla 2). La luminosidad del yogur coloreado con los extractos de Arrocillo y Peruano fue menor que la registrada en los yogures coloreados con los extractos del grano de las variedades Cónico y Purepecha, pero en todos los casos el valor de esta variable fue mayor que la del yogur comercial de fresa "A", empleado como referencia. Los valores de tono o matiz para los yogures coloreados con los dos primeros extractos fueron menores de 21°, que corresponden a un color rojo con tonalidades de rosa. En el caso del yogur coloreado con los extractos de Cónico y Purepecha, los valores del tono o matiz fueron de 35.4 y 30.4°, respectivamente, y el color se observó menos intenso.

Durante los primeros 10 días de almacenamiento se observaron los mayores cambios de color en los yogures. La luminosidad se incrementó un 16% promedio en los cuatro yogures, entre los días 1 y 5. Sin embargo, regresó a sus valores iniciales en la evaluación efectuada el día 10 de almacenamiento y se mantuvo con pequeñas variaciones hasta el final de periodo de almacenamiento (datos no mostrados). El tono

o matiz presentó un ligero incremento entre los días 1 y 5, que se acentuó entre los 5 y 10 días de almacenamiento (Figura 2). A partir de esta fecha, los valores para los cuatro yogures se mantuvieron sin mayores cambios hasta el final del período de evaluación. En el período de almacenamiento estudiado, los valores de croma decrecieron ligeramente tanto en los yogures teñidos como en el natural usado como testigo (datos no mostrados).

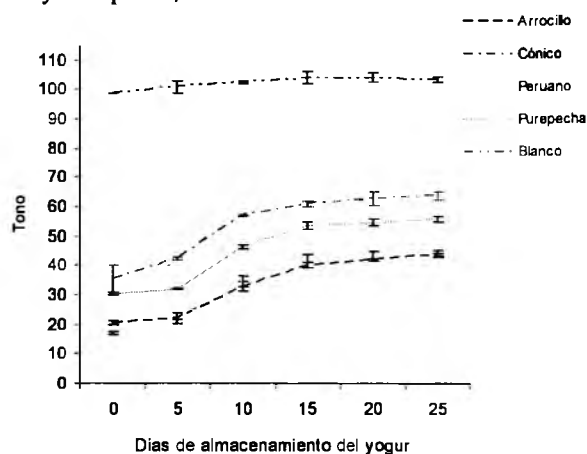
TABLA 2

Color de los yogures teñidos con los extractos de antocianinas de las cuatro variedades de maíz bajo estudio, al inicio y final del periodo de evaluación

Maíz	Valores iniciales			Valores finales		
	L	Hue	Croma	L	Hue	Croma
Arrocillo	81.6	20.5	7.4	79.1	43.7	6.0
Peruano	82.4	16.9	7.4	82	44.2	5.7
Purepecha	85.4	30.4	6.7	82.6	55.8	5.7
Cónico	87.1	35.4	7.5	81.9	63.7	5.6
Yogur comercial de fresa	78.7	16.4	13.4			

FIGURA 2

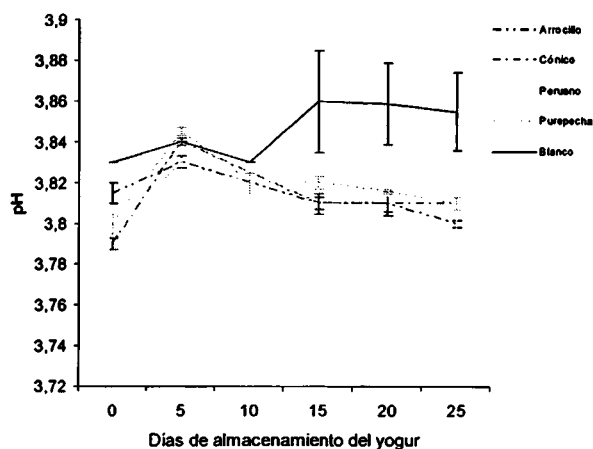
Valores de Tono observados en yogures coloreados con los extractos de los maíces Arrocillo, Cónico, Peruano y Purepecha, durante 25 días de almacenamiento



Cambios de pH en los yogures teñidos. La variación del pH de los yogures fue de ± 0.04 unidades, registrándose la mayor durante los primeros 10 días, y manteniéndose estable hasta el final del periodo de evaluación (Figura 3). Entre el día de preparación de los yogures coloreados (día 0) y el primer muestreo de color (día 5), el valor de pH se incrementó $+0.04$ unidades en promedio sin que se observaran efectos importantes sobre el color de los yogures en función del tono

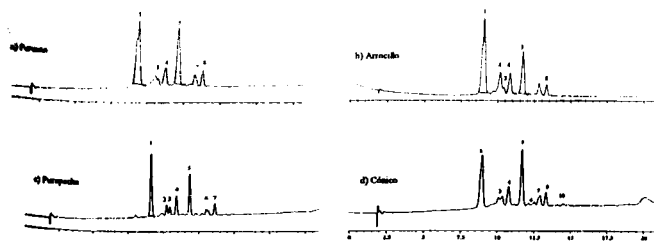
(Figura 2). A partir de esta fecha, el pH de los yogures coloreados presentó valores similares a los iniciales y se mantuvieron así hasta el final del periodo de evaluación.

FIGURA 3
Valores de pH observados en yogures teñidos con los diferentes extractos, durante un periodo de almacenamiento de 25 días



Antocianinas en el yogur al final del período de almacenamiento. En la Figura 4 se muestran los perfiles de antocianinas presentes en cada una de las muestras de yogur después de los 25 días de evaluación. Las únicas dos antocianinas que se detectaron bajo las condiciones de análisis establecidas, fueron cianidina 3-glucósido (pico 1), y cianidina 3-(6''malonilglucósido) (pico 5). Aunque se apreciaron otros picos en el cromatograma, no fueron integrados por el equipo por hallarse en muy baja cantidad.

FIGURA 4
Perfil de antocianinas observado en los yogures teñidos con los cuatro diferentes extractos de los maíces: a) Peruano, b) Arrocillo, c) Purepecha y d) Cónico, al final de la evaluación. Cianidina 3-glucósido (1), pelargonidina 3-glucósido (3), peonidina 3-glucósido (4), cianidina 3-(6'' malonilglucósido) (5) y cianidina 3-(3'',6'' dimalonil glucósido) (7)



DISCUSION

La humedad óptima de perlado de los granos osciló entre 10% y 12%, con valores mayores el grano se rompe fácilmente, dificultando la separación del pericarpio o bien se tienen pérdidas de antocianinas por solubilización. Esto último se observó con una humedad de 14%. Los tiempos de perlado más adecuados fueron de 10, 8, 6 y 2 min para las variedades Purepecha, Cónico, Arrocillo y Peruano, en ese orden. Estos tiempos se determinaron considerando la eficiencia en la remoción de las estructuras del grano y la integridad del mismo. La textura del endospermo influyó en la eficiencia del perlado. El maíz que mejor se perló fue la variedad Arrocillo, que es de grano duro. De acuerdo a los resultados, para separar el pericarpio y la aleurona de granos de textura dura, mediante una perladora, es recomendable el uso de discos sólidos con superficie fina, ya que la estructura del grano permite que el pericarpio y aleurona sean "raspados" de la superficie, conservándose la integridad del grano. Los maíces de granos suaves o de dureza intermedia, como Cónico y Purepecha, se perlan mejor usando un disco de aletas, cuyas delgadas lijas raspan el pericarpio sin romper el grano. Una excepción fue el maíz Peruano, que siendo de grano suave (endospermo 100% harinoso) mostró mejores resultados de perlado con el disco sólido fino, situación que posiblemente se deba a las características del pericarpio en este maíz, ya que fue más grueso que el de los demás maíces (datos no mostrados).

Las cantidades de antocianinas encontradas en la FPCA de las variedades de maíz analizadas son elevadas comparadas con otras fuentes de obtención de antocianinas estudiadas hasta ahora, como rábano rojo (6) y papa morada (5) en las que los valores informados son de 193 mg de antocianinas (ACN)/100 g de cáscara y 40.3 mg de ACN/100 g de tubérculo, respectivamente.

La mayor proporción de antocianinas aciladas extraídas de la FPCA al emplear en la mezcla de solventes metanol puede representar una desventaja para el aprovechamiento industrial de los pigmentos del grano de maíz con aplicación en la industria de alimentos, en cuya extracción se emplea etanol, ya que son precisamente las antocianinas del tipo acilado las más estables a cambios de pH y temperatura (3, 4), pero son las que se extraen menos eficientemente.

El extracto de antocianinas de los cuatro maíces presentó un perfil cromatográfico similar, variando únicamente la proporción de algunas de ellas. Sin embargo, el color que adquirieron los yogures al aplicarles la misma cantidad de antocianinas fue diferente. Los coloreados con los extractos de los maíces Arrocillo y Peruano presentaron un tono diferente estadísticamente al de los coloreados con Cónico y Purepecha. Estas diferencias pudieran deberse a los copigmentos presentes en cada extracto, que son los que en

última instancia determinan y estabilizan el color (19).

Ninguno de los yogures coloreados con los extractos de antocianinas igualó los estándares de color del yogur comercial de fresa usado como referencia, ya que la industria emplea mezclas de colorantes para lograr los colores que desea, por lo que sería muy difícil con un solo extracto alcanzar tales valores.

El incremento en el valor de tono indica que el color de los yogures cambió hacia un tono menos rojizo y más amarillo. Se monitoreó el color en el yogur base empleado para los diferentes tratamientos de teñido, encontrando que el valor de tono no se modificó durante el período de evaluación, manteniendo un tono amarillo-verdoso, por lo que los cambios observados en los yogures coloreados se atribuyen a la degradación de las antocianinas del extracto (Figura 2). Las antocianinas que se hallaban en menor proporción en el extracto original ya no fueron detectadas por el equipo de HPLC en el yogurt al final del periodo de evaluación, sino únicamente las que se encontraban en mayor proporción y a cuya presencia podría atribuirse el color que el yogur mantuvo durante el periodo de almacenamiento.

CONCLUSIONES

El contenido de antocianinas en la FPCA obtenida de los cuatro maíces analizados, es comparable con el informado para otras posibles fuentes de obtención de antocianinas como serían el rábano rojo y la col morada, requiriéndose sólo 1 mg de antocianinas/100 g de yogur para lograr un color similar al de un yogur comercial de fresa, con la ventaja de tener un producto libre de colorantes sintéticos y con una cantidad extra de antioxidantes.

Los mayores cambios de color en los yogures teñidos se observaron durante los primeros 10 días de almacenamiento y consistieron en una reducción del tono rojizo, con disminución de la luminosidad y de la pureza del color, sin embargo estos cambios no fueron evidentes a simple vista, por lo que es viable colorear alimentos de bajo pH con extractos de antocianinas líquidos obtenidos de los granos de maíz estudiados.

REFERENCIAS

1. Wang F, Couture R, Do CB, Pham TQ, Tong VH. Properties of anthocyanins from grape cell culture. *J Food Sci* 1997; 62(2):246-248.
2. Harborne, J. B. The Anthocyanin pigments. En: Comparative biochemistry of the flavonoids. New York: Academic Press. 1967. p.1-30.
3. Wang H, Fair MG, Chang YC, Booren AM, Gray JI, Dewitt DL. Antioxidante and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglicons, cyanidin, from tart cherries. *J Nat Prod* 1999;62(2):294-296.
4. Markakis, P. Stability of anthocyanins in foods. En: Anthocyanins as food colors. (P. Markakis) ed. New York: Academic Press. 1982. p. 163-180.
5. Brouillard R. Chemical Structure of anthocyanins. En: Anthocyanins as food colors. (P. Markakis) ed. New York: Academic Press. 1982. p. 1-38.
6. Rodríguez-Saona LE, Giusti MM, Wrolstad RE. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes. *J Food Sci* 1998;63 (3): 458-465.
7. Giusti MM, Rodríguez-Saona LE, Baggett JR, Reed GL, Durst RW, Wrolstad RE. Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants. *J Food Sci* 1998; 63(2):219-224.
8. Dougall DK, Baker DC, Gakh E, Redus M. Biosynthesis and stability of monoacylated anthocyanins. *Food Technology* 1997; 15 (11): 69-71.
9. Harborne JB, Self R. Malonated cyaniding 3-glucosides in *Zea mays* and other grasses. *Phytochemistry* 1987; 26: 2417-2418.
10. Salinas MY, Soto HM, Martínez BF, González HV, Ortega PR. Análisis de antocianinas en maíces de grano azul y rojo provenientes de cuatro razas. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 1999; 22:161-174.
11. Fossen T, Slimestad R, Andersen OM. Anthocyanins from maize (*Zea mays*) and reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*). *J Agric Food Chem* 2001; 49:2318-2321.
12. Salas SG. Caracterización de extractos de antocianinas obtenidas del grano de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de licenciatura. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 2003.
13. de Pascual-Teresa S, Santos-Buelga C, Rivas-Gonzalo JC. LC-MS analysis of anthocyanins from purple corn cob. *J Sci Food Agric* 2002; 82:1003-1006.
14. Rubio-Hernández D, Salas-Sánchez G, Salinas-Moreno Y, Ramos-Lobato N. Characterization of anthocyanins extracts from maize (*Zea mays* L.) grains. 2004. En: Pigments in food, more than colours. 3th. International Congress. Jun 14-17. Quimper, France. p. 393-395.
15. Gomes H J. Métodos de control de acidez en yogur. Tesis de licenciatura. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 1999.
16. Infante GS, Zárate LG. Métodos estadísticos. Segunda edición. México: Ed. Trillas;1986.
17. Yong Ju Z, Howar L R. Effects of solvent and temperature on pressurized liquid extraction of anthocyanins and total phenolics from dried red grape skin. *J Agric Food Chem* 2003 (51):5207-5213.
18. Nakatani N, Fukuda H, Fuwa H. Major Anthocyanin of Bolivian purple corn (*Zea mays* L.). *Agric. Biol, Chem.* 1979; 43(2). 389-391.
19. Malien-Aubert C, Dangles A, Amato MJ. Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra and intermolecular copigmentation. *J Agric Food Chem* 2001;49:170-176.

Recibido: 15-06-2005

Aceptado: 27-10-2005

Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo, características físico-químicas e textura durante armazenamento

Daniela D.G. Castro Freitas

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

RESUMO. Estudos sobre barra de cereais vêm reportando características e preferências de consumidores em análise sensorial e crescimento do mercado, porém, pouca informação tem sido publicada sobre dados físico-químicos e suas propriedades de textura. Assim, este trabalho vem estabelecer informações sobre o armazenamento de uma formulação de barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico à base de proteína de soja e gérmen de trigo, acondicionadas em três filmes de embalagem diferentes (A: PET/PEBD; B: PETmet/PEBD; C: PET/PEBD/AL/PEBD) durante 6 meses em condições de temperatura ($25\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa (56%) ambiente. Foram determinados a umidade, atividade de água, pH e acidez total das barras de cereais. As medidas texturais acompanhadas foram resistência ao corte, dureza e coesividade. As barras de cereais apresentaram variações na atividade de água (A_w), umidade e acidez total durante o armazenamento. A umidade das barras de cereais tendeu a um aumento, o que acarretou influência significativa ($p=0,05$) nas características de textura de resistência ao corte e dureza das barras de cereais, nos diferentes filmes de embalagens testados. O aumento nos valores de resistência ao corte (A: 4756,5N; B: 5093,0N; C: 5575,6N) aos 45 dias de estocagem foram atribuídos a possível cristalização do xarope de aglutinação das barras. A proteína texturizada de soja utilizada na formulação também pode ter contribuído para este fato por sua característica higroscópica, além de interferir na diminuição das medidas de coesividade (deformação) ao longo do tempo. O efeito das diferentes propriedades de barreira dos filmes de embalagens testados foi significativo ($p\leq 0,05$) na estabilidade das barras de cereais ao longo do período de estocagem.

Palavras-chave: Barra de cereais, proteína de soja, gérmen de trigo, estocagem.

SUMMARY. Cereal bars with soy protein and wheat germ, physicochemical characteristics and texture during the storage. Studies analyzing cereal bars have reported on consumer characteristics and preferences in sensory analyses and on their market growth, however little has been published on their physicochemical data and texture properties. Thus the objective of this research was to provide information about the storage of a cereal bar formulation with high protein and vitamin levels based on soy protein and wheat germ, packaged in 3 different films (A: PET/PEBD; B: PETmet/PEBD; C: PET/PEBD/AL/PEBD), during 6 months under environmental conditions of temperature ($25\pm 2^\circ\text{C}$) and relative humidity (56%). The moisture content, water activity, pH and total acidity of the cereal bars were determined. The textural measurements accompanied during storage were breaking strength, hardness and cohesiveness. The cereal bars presented variations in water activity (A_w), moisture content and total acidity during storage. The moisture content of the bars tended to increase, which led to a significant ($p=0,05$) influence on the texture characteristics of breaking strength and hardness, in the different packaging films tested. The increase in the values for breaking strength (A: 4756,5N; B: 5093,0N; C: 5575,6N) at 45 days of storage was attributed to a possible crystallization of the agglutinating syrup used for the bars. The textured soy protein used in the formulation could also have contributed to this fact due to its hygroscopic character, also interfering in the decrease in the cohesiveness measurements (deformation) with time. The effect of the different barrier properties of the packaging films tested was significant ($p\leq 0,05$) in the stability of the cereal bars during storage.

Key words: Cereal bars, soy protein, wheat germ, storage.

INTRODUÇÃO

Vários produtos comerciais hoje aproveitam as características oferecidas pela proteína de soja. Processadores de alimentos voltados para nutrição esportiva desenvolvem seus produtos diante do desafio de proporcionar combinações de seus ingredientes para melhorar a performance, enquanto que ao mesmo tempo o produto apresente sabor, textura e

aparência atrativos. A adição de proteínas na dieta é utilizada frequentemente devido à necessidade de aminoácidos essenciais não produzidos pelo corpo, que devem ser supridos pela dieta. Além disso, a soja possui isoflavonas e outras substâncias capazes de atuar na prevenção de doenças crônico-degenerativas. As isoflavonas podem também agir na redução da incidência de doenças do coração e nas disfunções das taxas colesterolêmicas (1). Para os processadores de alimentos e

suplementos esportivos, a proteína de soja contribui de maneira viável nas características funcionais em processamentos oferecendo também completa digestibilidade. Os isolados e concentrados de proteína de soja são facilmente digeridos pelos humanos e equivalem na qualidade das proteínas do leite, carnes e ovos. Os concentrados texturizados de soja são utilizados em uma variedade de extrusados de formas, tamanhos e cores que podem ser adaptados a muitos tipos de alimentos processados (2).

Paralelamente, a popularidade de barra de cereais está agora entre os mais sofisticados consumidores através de apelos como "ingredientes naturais" e "saúde" (3). Segundo Hollingsworth (4), a categoria de "snacks" teve um crescimento fenomenal de 25% entre os anos de 1999 e 2002. Portabilidade, sabor e valor nutricional são parte da equação de sucesso neste competitivo mercado.

A expansão do mercado de barra de cereais vem se mostrando favorável até agora, mas desde que inovações como produtos saudáveis, de alto teor de fibras e baixo teor de gorduras expandiram, uma maior competição vem se destacando (5). Um trabalho de Boustani e Mitchell (6) examinou a opinião de consumidores de barra de cereais e constatou que respostas associadas com alimento saudável, e apelos relacionando "saúde" e "sabor", são as razões de compra do produto. "Snacks" e produtos açucarados continuam sendo uma fatia dominante na dieta desses consumidores, ancorados, ambos processadores e consumidores, na imagem saudável destes produtos.

Alguns estudos sobre barra de cereais vêm reportando características e preferências de consumidores em análise sensorial e crescimento do mercado. A partir da última década, o crescimento do segmento de barra de cereais nos Estados Unidos foi catalisado por produtos inovadores focados em saúde e conveniência, conforme o relato de Boustani e Mitchell (6), que investigou os apelos envolvidos no marketing de barra de cereais. Só nos dois últimos anos, o consumo americano aumentou cerca de 40%, o equivalente a US\$ 2,9 bilhões. No Brasil, atualmente, consome-se US\$ 4 milhões de barras de cereais por ano (7). Porém, pouca informação tem sido publicada sobre dados físico-químicos e suas propriedades de textura.

Assim, considerando que o consumo de barras de cereais vem conquistando grande importância, e visando o aproveitamento da proteína de soja, cada vez mais usada em alimentos funcionais, o objetivo deste trabalho foi estabelecer informações sobre características físico-químicas e de textura de uma formulação de barra de cereais desenvolvida para fornecer elevado teor protéico e vitamínico, acondicionadas em três filmes de embalagem diferentes durante o armazenamento. Gérmen de trigo, aveia, melão de cana, vitamina C e vitamina E foram inseridos à formulação com o objetivo de conferir maior conteúdo de vitaminas e minerais, além de inovar no uso de ingredientes normalmente não utilizados nas formulações convencionais de barras de cereais encontradas no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

A barra de cereais foi manufaturada utilizando-se os seguintes ingredientes: proteína texturizada de soja MÅXTEN R-120 (Bunge Alimentos S/A, Esteio/RS - Brasil), gérmen de trigo (torrado a 180°C por 8 minutos após ter o teor de umidade aumentado a 28% e distribuído em bandejas numa proporção de 0,1 g/cm²) e aveia em flocos (Natu's Alimentos Naturais, Hortolândia/SP - Brasil), banana desidratada (Naturama Produtos Naturais Ltda., Campinas/SP - Brasil).

A aglutinação dos ingredientes foi feita com uma mistura açúcar cristal e melão de cana na proporção de (95:5), xarope de glicose de milho EXCELL tipo 1040 e maltodextrina MOR REX 1910 (Corn Prodcets Brasil, Balsa Nova/PR, Brasil) e materiais gordurosos lecitina de soja LECSAM L e gordura vegetal hidrogenada (Bunge Alimentos S/A, Esteio/RS, Brasil). O produto foi enriquecido com as vitaminas ácido ascórbico e acetato de α -tocoferol 50% (Roche Vitaminas Brasil Ltda., São Paulo/SP, Brasil). A Tabela 1 mostra a formulação da barra de cereais desenvolvida. A composição aproximada dos principais ingredientes utilizados e da barra de cereais está descrita na Tabela 2.

TABELA 1

Proporção dos ingredientes usados na manufatura das barras de cereais de elevado teor protéico e vitamínico

	(%)
Ingredientes secos	45,5
Açúcares	44,5
Materiais gordurosos	7,5
Água	2,5

TABELA 2

Composição centesimal aproximada (% base úmida) das matérias-primas e da barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico

Componente	Proteína texturizada de soja	Aveia	Gérmen de trigo	Barra de cereais
Proteínas (N x 6,25)	53,41±0,127	14,50±0,097	35,32±0,178*	15,31±0,035
Matéria Graxa	0,36±0,005	7,84±0,069	10,57±0,029	5,64±0,05
Fibras Totais	15,30±0,001	10,38±0,001	12,77±0,003	5,17±0,004
Fibras Insolúveis	11,35±0,003	7,78±0,001	10,41±0,004	4,30±0,004
Fibras Solúveis	3,94±0,003	2,60±0,002	2,37±0,006	0,87±0,0007
Cinzas	6,45±0,039	1,80±0,001	4,58±0,186	2,20±0,009
Umidade	2,92±0,054	9,42±0,091	10,99±0,192	10,71±0,25
Carboidratos**	21,56	56,06	22,36	60,97

Freitas e Moretti (2004)

* Proteína, % (N x 5,7)

** teor de carboidratos calculado por diferença.

Foram utilizados três filmes de embalagem de composição e características de espessura, taxa de permeabilidade ao va-

por de água (TPVA) e ao oxigênio (TPO₂) diferentes, descritas na Tabela 3.

TABELA 3
Especificações técnicas e propriedades de barreira dos filmes de embalagem

	Composição*	g /m ² *	Espessura (mm)	TPO ₂ (cm ³ /m ² .dia.atm)	TPVA (g água/m ² .dia)
Embalagem A	Poliéster (PET)	17,0	0,0760	0,215	6,713
	Tintas	3,9			
	Adesivo	2,0			
Embalagem B	Poliétileno (PEBD)	65,0	0,0556	0,160	7,113
	Poliéster (PET)	17,0			
	Tintas	4,5			
	Metalização (met)	0,1			
	Adesivo	2,0			
Embalagem C	Poliétileno (PEBD)	45,0	0,0842	0,120	3,633
	Poliéster (PET)	17,0			
	Tintas	4,1			
	Poliétileno (PEBD)	15,0			
	Alumínio (AL)	21,6			
	Poliétileno (PEBD)	45,0			

Freitas e Moretti (2004)

* dados fornecidos pelo fabricante Shellmar Embalagens Modernas Ltda., São Paulo/SP, Brasil

†TPO₂: Taxa de permeabilidade ao oxigênio ‡TPVA: Taxa de permeabilidade ao vapor de água

Métodos

Para a preparação do xarope de aglutinação, os ingredientes foram aquecidos sob agitação, com acompanhamento do teor de sólidos solúveis totais em refratômetro digital Leica AR200 (Leica Microsystems Inc., EUA), até a obtenção de um xarope de 85-89° Brix. Os ingredientes secos foram misturados ao xarope de aglutinação à temperatura em torno de 95°C, seguida de enformagem e prensagem, para a obtenção de forma. Após resfriamento, as barras de cereais foram desenformadas e cortadas em tamanhos retangulares de aproximadamente 90mm X 30mm X 15mm, de peso constante de 25 gramas cada unidade. As barras de cereais foram então acondicionadas individualmente em embalagens de filme flexível.

As barras de cereais foram armazenadas em condições de temperatura (25±2°C) e umidade relativa (56% em média) ambiente por um período de seis meses. As características físico-químicas e de textura foram verificadas durante o armazenamento, sendo estas determinações realizadas logo após o processamento e em intervalos de 45 dias, conforme ASTM (8).

Características físico-químicas

Foram realizadas as determinações de umidade, através do método descrito pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (9); atividade de água em aparelho AQUA Lab CX 2 (Degagon Devices Inc., Washington -EUA); pH em aparelho Digimed DM-20 (Digicron Analítica Ltda., São Paulo, Brasil); e acidez total titulável, pelo método padrão AOAC (10).

Textura instrumental

Resistência ao corte, dureza e coesividade (deformação) foram determinados com o analisador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra), segundo Onwulata et al. (11). A força de corte foi definida pela medida da máxima força requerida para quebrar as amostras de barras de cereais (peças de aproximadamente 45mm X 30mm X 15mm) utilizando-se o "probe" Warner-Bratzler na velocidade de 0,2mm/s. A dureza foi medida pela penetração das amostras com um "probe" de 6mm, sendo a medida da máxima força no ciclo da primeira compressão. A coesividade foi determinada como a razão entre as forças representadas pela altura das áreas da primeira e segunda compressão. A velocidade para as medidas foi de 1mm/s e as medidas foram realizadas a temperatura de 25°C. Os dados reportados são médias de 10 testes.

Análise dos dados

As amostras foram retiradas aleatoriamente para análise durante o período de armazenamento, sendo constituída de três unidades de cada embalagem para as determinações físico-químicas e cinco unidades de cada embalagem para as medidas de textura instrumental. Os dados obtidos foram avaliados pelo método de análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey, ambos do software estatístico SAS (12).

RESULTADOS

Os valores de atividade de água (A_w), umidade, acidez total e pH da barra de cereais armazenadas nas três diferentes embalagens durante 180 dias estão descritos na Tabela 4.

Os resultados para as medidas texturais de resistência ao corte, dureza e coesividade (deformação) das barras de cereais durante o armazenamento estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 4
Características físico-químicas das barras de cereais durante armazenamento

	Dias	A_w	Umidade (%)	Acidez total (ml de NaOH)	pH
Embalagem A	0	0,613 ^c	10,190 ^c	8,875 ^a	4,84 ^b
	45	0,654 ^a	10,866 ^{bc}	7,167 ^{bc}	5,23 ^a
	90	0,643 ^b	12,350 ^a	7,100 ^{bc}	5,14 ^a
	135	0,648 ^{ba}	11,465 ^{ba}	6,466 ^c	5,17 ^a
	180	0,646 ^{ba}	11,810 ^a	7,700 ^b	5,14 ^a
Embalagem B	0	0,628 ^b	11,345 ^b	8,050 ^a	4,83 ^c
	45	0,663 ^a	11,616 ^{ba}	8,167 ^a	5,17 ^b
	90	0,619 ^b	11,600 ^{ba}	6,033 ^b	5,17 ^b
	135	0,652 ^a	11,517 ^{ba}	7,200 ^{ba}	5,32 ^a
	180	0,664 ^a	12,086 ^a	8,000 ^a	5,21 ^b
Embalagem C	0	0,649 ^c	10,930 ^a	8,850 ^b	4,91 ^c
	45	0,656 ^{cb}	11,196 ^a	8,100 ^{bc}	5,23 ^a
	90	0,666 ^{ba}	11,323 ^a	6,333 ^d	5,17 ^b
	135	0,672 ^a	11,867 ^a	7,900 ^c	5,32 ^{ba}
	180	0,654 ^{cb}	11,397 ^a	9,833 ^a	5,16 ^b

* dados são médias de três replicatas. †Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$).

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

DISCUSSÃO

Características físico-químicas

A A_w das barras durante o período de estocagem tendeu a variações com nível próximo a 0,64 nas três embalagens utilizadas. Notou-se que as maiores variações aconteceram até 135 dias, no entanto, apenas na embalagem C (PET/PEBD/AL/PEBD) houve um aumento gradativo da A_w durante este período. Estas pequenas variações podem ter ocorrido devido à característica heterogênea das amostras de barra de cereais, bem como variações na manufatura dos lotes.

A umidade das barras de cereais tendeu a um aumento, sendo que variações significativas aconteceram nos filmes A (PET/PEBD) e B (PETmet/PEBD), de menor barreira ao vapor de água (TPVA de 6,713 e 7,113 g água/m².dia, respectivamente). A umidade das barras durante todo o período de estocagem na embalagem C (PET/PE/AL/PEBD) não diferiu estatisticamente, confirmando melhor barreira conseqüente à folha de alumínio em sua composição.

TABELA 5
Medidas de textura instrumental das barras de cereais durante armazenamento

Tempo (dias)	Embalagem		
	A	B	C
<i>Resistência ao corte (N)</i>			
0	^c 2206,0 ^a	^c 3096,2 ^a	^b 2502,1 ^a
45	^a 4756,5 ^b	^a 5093,0 ^a	^a 5575,6 ^a
90	^b 3637,6 ^b	^{ba} 4240,1 ^a	^a 4925,3 ^b
135	^{cb} 2890,9 ^c	^{ba} 3912,9 ^a	^a 5826,1 ^{ab}
180	^b 2709,5 ^b	^b 3983,2 ^{ab}	^a 5488,8 ^a
<i>Dureza (N)</i>			
0	^a 1170,6 ^a	^a 1346,04 ^a	^a 1031,46 ^b
45	^{ab} 941,42 ^b	^a 1357,7 ^a	^a 1361,0 ^a
90	^{ab} 1007,0 ^a	^{ba} 942,7 ^{ab}	^a 1241,5 ^a
135	^{ab} 798,9 ^{ab}	^{ba} 989,6 ^a	^a 947,2 ^a
180	^b 731,2 ^b	^b 722,1 ^b	^a 1197,9 ^a
<i>Coesividade</i>			
0	^a 0,148 ^b	^b 0,060 ^a	^a 0,089 ^c
45	^b 0,101 ^a	^b 0,056 ^a	^b 0,066 ^a
90	^c 0,042 ^a	^b 0,032 ^a	^c 0,037 ^a
135	^{cb} 0,066 ^a	^b 0,050 ^a	^{cb} 0,055 ^a
180	^c 0,043 ^b	^a 0,028 ^a	^{cb} 0,047 ^{ab}

^{a-c}: Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$)

^{A-C}: Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$)

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

A acidez total das barras de cereais mostrou grande variação durante todo o período de estocagem, nos três diferentes filmes de embalagem. Houve uma tendência de decréscimo no período de 90 dias, seguido de um aumento até o final do experimento, supostamente pela degradação do ácido ascórbico adicionado na formulação. O posterior aumento poderia estar relacionado a processos de degradação microbiológica ou ação de degradação de lipídeos (presença de ácidos graxos provenientes da hidrólise dos glicerídeos). Para qualquer tipo de bactéria, o valor mínimo de atividade de água requerido para o crescimento é de 0,75 (bactérias halófilas), enquanto que as leveduras osmófilas e fungos xerófilos são capazes de se desenvolver em atividade de água de 0,61 e 0,65, respectivamente, usando como substrato açúcares e glicose, originando produtos como ácido cítrico, ácido glucônico, e ácidos oléico, linoléico, e palmítico (13, 14).

Observou-se um aumento significativo de pH nas barras de cereais aos 45 dias de estocagem, associado à diminuição da acidez total das barras, nos três tipos de filmes de embalagem. Ligeiras variações ocorreram após este período, em torno do valor de pH 5,2.

Textura instrumental

A manufatura das barras de cereais foi realizada em três lotes diferentes a partir de uma mesma formulação, para cada tipo de filme de embalagem, o que explicaria variações nas medidas texturais nas determinações pós-processamento (tempo 0). Segundo DeMan et al. (15), os fatores responsáveis pelas variações naturais de textura em alimentos são as diferenças na composição química ou forças físicas que atuam sobre ele. Neste caso, variáveis do produto e na força empregada no processo manual de prensagem das barras contribuíram para a variabilidade das medidas, uma vez que houve uma padronização das condições em que os testes texturais foram efetuados. A importância da padronização dos testes é baseada nos fatos de que a medida de força de corte depende da espessura do probe, é proporcional à área do corte transversal e aumenta linearmente com a espessura da amostra acima da faixa de 2-13 mm. As medidas de deformação são dependentes da área e perímetro da punção (16).

As barras de cereais apresentaram estrutura heterogênea considerando-se as formas e tamanhos dos seus ingredientes inteiros, assim como variações de espessura ao longo do comprimento. Gaines (17) afirma que produtos de panificação apresentam variabilidade de amostra para amostra, lote para lote e, as variações nas medidas de textura vem do método, do instrumento e condições utilizados no teste ou das próprias amostras. O mesmo se considera nas medidas instrumentais de cookies e crackers, medidas que se tornam complicadas por sua natureza heterogênea e inconstante estrutura.

Antes da medida de textura ser efetuada, a quantidade de exposição do produto à umidade, temperatura e pressão de vapor ambiente influencia a natureza física e, conseqüentemente, a textura do produto (17). As barras de cereais foram retiradas das embalagens imediatamente antes da realização das medidas e, portanto, as variações durante o armazenamento foram atribuídas a influência das propriedades de barreira das embalagens testadas.

Durante o período de armazenamento, a relação entre as medidas instrumentais de textura das barras de cereais e o tempo foi avaliada através da Análise de Variância (ANOVA). A força máxima de corte, dureza e coesividade apresentaram correlação significativa ($p \leq 0,05$) com o tempo de estocagem nas barras de cereais armazenadas em filme de PET/PEBD (Embalagem A) e PETmet/PEBD (Embalagem B). Este fato deve ser explicado devido as menores propriedades de barreira ao ambiente destes filmes. Para o filme de embalagem C (PET/PEBD/AL/PEBD), somente a medida de coesividade apresentou correlação significativa ($p \leq 0,05$) com o tempo.

Houve um aumento significativo da resistência ao corte aos 45 dias de armazenamento nas barras de cereais armazenadas nos filmes avaliados. Um estudo realizado por Jin, Hsieh e Huff (18) em um preparado de milho extrusado

observou que a força de quebra aumenta com o aumento do conteúdo de fibras e açúcar do extrusado. Considerando-se pequenas variações na composição química dos lotes, este fato foi atribuído a possível cristalização do xarope de aglutinação após o resfriamento completo das barras de cereais. O xarope preparado e aquecido até a concentração final de 85-89° Brix pode ter sofrido uma supersaturação, que acontece mediante a evaporação do solvente, ou abaixando-se a temperatura de uma solução não-saturada, ocorrendo a diminuição da solubilidade dos açúcares (19). A proteína texturizada de soja, principal ingrediente da formulação das barras numa proporção de 15,4 g/100g, tem capacidade de absorver água, podendo ter contribuído para a supersaturação do xarope. No processo de cristalização, a velocidade com que as moléculas se arranjam na fase de crescimento dos cristais depende de suas formas e tamanhos, e também da intensidade das forças que os unem. Uma solução de sacarose satura facilmente, mas nos casos onde se realiza o batimento da solução, a nucleação e o crescimento dos cristais são imediatos (20).

Uma diminuição gradativa da força de quebra ocorreu nas barras de cereais dos filmes A e B (PET/PEBD e PETmet/PEBD) após 45 dias de estocagem e pode ser explicada pelo ganho significativo de umidade nas barras de cereais ao longo do tempo (Tabela 4) nestas embalagens. O conteúdo de umidade de um produto promove diferenças e significativa influência em vários aspectos de medidas de textura em produtos de baixo teor de umidade (17). Gómez, Coll e Gutiérrez (21) estudaram a força de quebra e dureza de massa de pastel frente ao teor de umidade da mesma. Observou-se que ambos os parâmetros diminuem com o aumento da umidade, sendo esta diminuição superior para a dureza. Este fato é confirmado pelo comportamento das barras de cereais armazenadas no filme C (PET/PEBD/AL/PEBD), que conferiu maior barreira ao ganho de umidade, não permitindo a diminuição da força de quebra ao longo do período de estocagem.

A dependência da umidade para as medidas de dureza também foi observada. Os filmes A e B, de menor barreira à umidade, permitiram a diminuição significativa ($p \leq 0,05$) da medida durante o armazenamento, não havendo diferença significativa na dureza das barras de cereais estocadas no filme C durante todo o período.

A coesividade das barras de cereais tendeu a um declínio significativo durante 90 dias de armazenamento, não variando significativamente após este período para os três filmes de embalagem. A coesividade é uma medida de deformação, que relata a mudança de altura ou diâmetro de um alimento sob a aplicação de uma força (16). Segundo Gómez, Coll e Gutiérrez (21), os valores de deformação tendem a aumentar com o aumento de umidade em massa de pastel. No entanto, os dados obtidos nas barras de cereais foram opostos, possivelmente devido a diferenças nas condições dos testes e da complexidade

na composição das barras. Pode-se considerar ainda, que a absorção de água do xarope de aglutinação pela proteína texturizada de soja tenha diminuído a elasticidade das barras de cereais, e esta medida seja menos dependente do conteúdo de umidade.

Os valores elevados da medida de força de corte e dureza das barras de cereais nem sempre estão associados à baixa aceitação sensorial do produto. Geralmente, produtos formulados com alto teor de fibras resultam em produtos mais densos e duros, o que não implica que terão menor aceitação. Anderson et al. (22) obtiveram sucesso na aceitação de pães contendo 20,4% de fibras totais, embora o produto tenha sido mais denso e duro que o controle sem fibras. Croghan (23) reportou o uso de fibras para produzir um produto extrusado mais aceitável com melhor textura e crocância.

CONCLUSÃO

O efeito das diferentes propriedades de barreira dos filmes de embalagens testados foi significativo na estabilidade das medidas de umidade e de textura instrumental das barras de cereais durante a estocagem, sendo o filme C (PET/PEBD/AL/PEBD) o que proporcionou as menores variações ao longo do tempo.

A umidade das barras de cereais tendeu a um aumento durante o armazenamento, o que acarretou influência significativa ($p \leq 0,05$) nas características de textura de resistência ao corte e dureza das barras de cereais. Os maiores valores de resistência ao corte aconteceram no início do período de estocagem, atribuído a possível cristalização do xarope de aglutinação das barras. A proteína texturizada de soja utilizada na formulação pode ter contribuído para a cristalização por sua característica higroscópica, interferindo também na diminuição das medidas de coesividade (deformação) ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- Mahungu SM, Diaz-Mercado S, Li J, Schwenk M, Singletary K, Faller J. Stability of isoflavones during extrusion processing of corn/soy mixture. *J Agric Food Chem.* 1999; 47: 279-84.
- Mott S. Soya protein in sports nutrition. *Food Marketing and Technology.* 1997; 11:10-11.
- New generation gelatins present opportunities for cereal bars. *Confectionery Production.* 1997; 63: 14.
- Hollingsworth P. One-handed cuisine and other business trends to watch. *Food Technol.* 2002; 56: 18.
- Bower JA, Whitten R. Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. *J Sens Stud.* 2000; 15: 327-45.
- Boustani P, Mitchell V-W. Cereal bars: A perceptual, chemical and sensory analysis. *British Food Journal.* 1990; 92: 17-22.
- Francal Feiras. Barra de cereais: grande filão para comércio com EUA. Disponível em: www.francal.com.br/codigo/p-noticias-conteudo.asp?noticias_ID=758. Acesso em: 16 set. 2003.
- American Society For Testing And Material (ASTM). Standard guide for the shelf life determination of consumer products by sensory evaluation. Philadelphia: ASTM International; 1993.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3rd ed. São Paulo: Editora do Instituto Adolfo Lutz; 1985.
- Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. 3rd rev. Gaithersburg, MD: AOAC International; 1997.
- Onwulata CI, Konstance RP, Strange ED, Smith PW, Holsinger VH. High-fiber snacks extruded from triticale and wheat formulations. *Cereal Foods World.* 2000; 45: 470-73.
- SAS Institute. SAS User's Guide: statistics. Cary, USA: SAS Inst., 1993.
- Evangelista J. Tecnologia de Alimentos. 2nd ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2003.
- Silva JA. Tópicos da Tecnologia de Alimentos. São Paulo: Livraria Varela; 2000.
- DeMan JM, Voisey PW, Rasper VF, Stanley DW. Rheology and Texture in Food Quality. Westport: The AVI Publishing Company Inc.; 1976.
- Bourne MC. Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement. New York: Academic Press; 1982.
- Gaines CS. Instrumental measurement of the hardness of cookies and crackers. *Cereal Foods World.* 1991; 36: 989, 991-94, 996.
- Jin Z, Hsieh T, Huff HE. Effects of soy, fiber, salt, sugar and screw speed on physical properties and microstructure of corn meal extrudate. *Journal of Cereal Science.* 1995; 22: 185-94.
- Carlos LA. Indução de cristalinidade durante o congelamento de soluções-modelo (açúcares de frutos) com adição de álcoois para reduzir a higroscopicidade dos correspondentes pós-liofilizados. [Tesis doctoral]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 1995.
- Birch GG, Parker KJ. Sugar: Science and Technology. London: Applied Science Publishers, Ltd.; 1979.
- Gómez MC, Coll L, Gutiérrez ML. Análisis de textura de la masa de hojaldre y del hojaldre elaborado a partir de la misma. *Alimentaria.* 1996; 274: 87-93.
- Anderson Y, Hedlund B, Jonsson L, Svensson S. Extrusion cooking of a high-fiber cereal product with crisp bread character. *Cereal Chem.* 1981; 58: 370-73.
- Croghan M. High fiber extrusion success. *Food Science and Technology Int.* 1998; 12.

Recibido: 24-01-2005

Aceptado: 06-09-2005

Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela

Rincón Alicia M., Vásquez A. Marina y Padilla Fanny C.

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

RESUMEN. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición química y algunos compuestos bioactivos en las harinas de cáscaras de varias frutas cítricas de mayor consumo, que se cultivan en Venezuela. Se determinó la composición química, algunos elementos trazas, ácido ascórbico, carotenoides, fibra dietética, polifenoles totales y la eficiencia antirradical de los polifenoles utilizando 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH•) en las cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja, variedad blanca, (*Citrus paradisi*). Las muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de humedad, cenizas, grasa y proteína. La cáscara de mandarina presentó el mayor contenido de magnesio y carotenoides, mientras que en la de toronja, variedad blanca, el ácido ascórbico y zinc presentaron valores mayores. Asimismo, la cantidad de fibra dietética total fue significativamente mayor en la cáscara de mandarina. Todas las muestras presentaron un alto contenido de polifenoles totales extraíbles (4,33; 7,6 y 5,1 g/100g). La más alta eficiencia antirradical la presentó la cáscara de mandarina, la cual se correlaciona con el contenido de polifenoles. Estos resultados indican que la cáscara de mandarina sería la mejor, desde el punto de vista dietético, para la prevención de ciertas enfermedades cardiovasculares y otras asociadas a la oxidación lipídica. Las muestras estudiadas resultan ser una buena fuente de fibra dietética y compuestos fenólicos, cuyo uso podría ser adecuado en la formulación de alimentos funcionales, aprovechando en un solo ingrediente las propiedades de la fibra y los compuestos antioxidantes. **Palabras clave:** Antioxidantes, eficiencia antirradical, frutas cítricas, mandarina (*Citrus reticulata*), naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*), compuestos bioactivos.

SUMMARY. Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (*Citrus sinensis*), tangerine (*Citrus reticulata*) and grapefruit (*Citrus paradisi*) peels cultivated in Venezuela. The purpose of this research was to evaluate the chemical composition and some bioactive compounds in the peel's flour of some of the most consumed citrus fruits cultivated in Venezuela. Chemical composition as well as some trace elements, ascorbic acid, carotenoids dietary fiber, total polyphenols and their antiradical efficiency, using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) were assessed in the dried peels of orange (*Citrus sinensis*), tangerine (*Citrus reticulata*) and white grapefruit (*Citrus paradisi*). Moisture, fat, protein and ash content for all samples showed statistical differences ($p < 0,05$). Tangerine's peel showed the highest magnesium and carotenoid content, while highest ascorbic acid and carotenoid content was found in the grapefruit's peel. Dietary fiber content presented significant high value in the tangerine peel. All samples presented high content of extractable polyphenols (4.33; 7.6 and 5.1 g/100g). The highest antiradical efficiency was shown by the tangerine's peel, value which correlates with the polyphenol content. These results suggest that tangerine peel should be the most suitable, to reduce risk of some diseases such as cardiovascular and some associated to lipid oxidation. Studied samples are good sources of dietary fiber and phenolic compounds, whose use could be useful in the formulation of functional foods, taking advantage of the presence of dietary fiber and antioxidant compounds in only one ingredient. **Key words:** Antioxidants, antiradical efficiency, citrus fruits, tangerine (*Citrus reticulata*), orange (*Citrus sinensis*), grapefruit (*Citrus paradisi*), bioactive compounds.

INTRODUCCION

Evidencias epidemiológicas y clínicas indican una asociación entre dietas ricas en frutas y vegetales y la disminución en el riesgo de morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas. La influencia positiva de tales dietas es atribuida a que estos alimentos pueden suministrar una mezcla óptima de fitoquímicos, tales como antioxidantes naturales, fibra y otros compuestos bióticos (1).

La principal fuente de antioxidantes naturales son las frutas y vegetales los cuales contienen compuestos fenólicos en abundancia. Estos compuestos están estrechamente asociados con el color y sabor de los alimentos de origen vegetal, así como con su calidad nutricional por sus propiedades antioxidantes comprobados (2).

Por otra parte el rol como antioxidante de la fibra dietética, ha sido estudiado en algunas frutas (3-5), presentando las frutas cítricas un alto contenido de compuestos fenólicos, fibra dietética, ácido ascórbico y algunos minerales que son efectivos antioxidantes nutritivos (6,7).

En Venezuela, los frutos cítricos tienen una producción anual de 500.000T/año y la cantidad procesada por la industria representa hasta el 85%. Industrialmente la pulpa extraída de la fruta se utiliza para la preparación de concentrados, pulpas, néctares y jugos. La cáscara representa aproximadamente del 45 al 60% del peso de la fruta (8).

El material de desecho de los cítricos está constituido principalmente por cáscaras, semillas y membranas capilares a partir de los cuales se pueden obtener harinas cítricas, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales; así como también compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra, y los polifenoles en especial los flavonoides (9).

El reconocimiento de los componentes fisiológicamente activos en los frutos cítricos como la naranja, mandarina y toronja y su contribución a la salud humana, se ha convertido en un área de investigación en crecimiento. El género *Citrus* se ha caracterizado por una acumulación sustancial de glicósidos de flavonona, los cuales no se encuentran en otras frutas. La vitamina C y los carotenoides, por ejemplo, parecen jugar un papel importante en la prevención o retardo de las principales enfermedades degenerativas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y cataratas mediante la neutralización de procesos oxidativos (9).

Los frutos cítricos además de los carbohidratos simples (fructosa, glucosa y sacarosa), también contienen polisacáridos no amiláceos (PNA), comúnmente conocidos como fibra dietética; el tipo predominante de fibra en la naranja es la pectina, la cual conforma del 65 al 70% de la fibra total; la fibra restante está en forma de celulosa, hemicelulosa y cantidades trazas de lignina (10). Aunque soluble en agua, la pectina se clasifica como fibra dietética debido a la resistencia que presenta a la hidrólisis por parte de las enzimas del intestino delgado humano (9).

En la actualidad se ha encontrado que las cáscaras de los frutos son las principales fuentes de antioxidantes naturales (4,6) por lo que se ha propuesto utilizar estos subproductos de la industria como antioxidantes naturales (6). Así el objetivo de este estudio fue evaluar las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja que se cultivan en Venezuela y su potencial como posibles fuentes de materia prima para el desarrollo de alimentos funcionales.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Las muestras de frutos de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisis*), variedad blanca, fueron adquiridas en el mercado local (Palo Verde; Caracas), durante el período correspondiente a enero – marzo de 2004, con un grado de madurez evidenciado por el color, firmeza al tacto del fruto, y ausencia de daños.

Obtención de las harinas

Las frutas fueron lavadas y peladas; las cáscaras previa congelación, se liofilizaron por separado, en un liofilizador Labconco, Freeze Dry modelo LYPH-LOCK 12 (Missouri, USA), a una temperatura de (-47 -48)°C y una presión de 250-350x10³ Mbar. Posteriormente, cada una de las muestras se molió por separado en un procesador Braun para la obtención de las harinas y se pasaron a través de un tamiz de malla 60 (250µm). Guardando cada muestra en bolsas plásticas cerradas las cuales se almacenaron dentro de un desecador a temperatura ambiente hasta los análisis.

Análisis químico

La humedad, ceniza, grasa y proteína cruda fueron determinados aplicando los métodos oficiales del AOAC (11).

Los minerales se determinaron por absorción atómica 965.09 del AOAC (11), en un espectrofotómetro Perkin-Elmer, modelo 2733 (Connecticut, USA)

El ácido ascórbico por el método fluorométrico 984.26 AOAC (11), en un espectrofluorómetro Shimadzu modelo RF-530 IPC Japón.

Carotenoides Totales, método espectrofotométrico 941.15 AOAC (11), y la fibra dietética total soluble e insoluble según el método enzimático-gravimétrico de Prosky, 992.16 AOAC (11).

Los polifenoles totales extraíbles se cuantificaron por el Método Folin- Ciocalteau (12) Utilizando ácido gálico como estándar.

La capacidad antioxidante se determinó mediante método del radical DPPH• (2,2-difenil-1-picril- hidracil) (13) el cual se basa en la generación de radicales libres a partir de una solución metanólica de 2,2-difenil-1-picril- hidracil (DPPH•). En forma de radical, el DPPH• absorbe a 515nm, absorbancia que disminuye por especies radicales o por reducción con un agente oxidante. La concentración del radical DPPH• en el medio de la reacción, [DPPH•]_t, expresada en g/L, se calculó por regresión lineal a partir de una curva de calibración, obtenida con diferentes concentraciones de la solución de DPPH• vs. Absorbancia.

Análisis estadístico

Cada muestra se analizó por triplicado, se utilizó el análisis estadístico de ANOVA y se empleó con un nivel de significancia de p < 0,05. Dichos cálculos se realizaron utilizando el programa Statgraphics versión 1.4. para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición proximal

En la Tabla 1 se presenta la composición proximal de las harinas en estudio. El análisis estadístico reveló que existen

diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para todos los parámetros (humedad, proteína, ceniza y grasa) en las diferentes muestra de harinas de cáscaras de cítricos evaluadas, como se esperaba. La prueba a posteriori prueba de mínimas diferencias significativas, mostró que existen diferencias ($p < 0,05$) entre las diferentes muestras de harinas de cáscaras evaluadas. El mayor valor de humedad se encontró en la harina de cáscara de toronja.

TABLA 1

Composición proximal de harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) (g/100g b/s)

	Naranja	Mandarina	Toronja
Humedad	3,31 ^a ± 0,19	4,33 ^b ± 0,07	7,81 ^c ± 0,10
Ceniza	4,86 ^a ± 0,02	3,96 ^b ± 0,21	2,99 ^c ± 0,20
Grasa	1,64 ^a ± 0,13	1,45 ^b ± 0,16	2,01 ^c ± 0,10
Proteína	5,07 ^a ± 0,25	7,55 ^b ± 0,24	4,22 ^c ± 0,25

Los valores presentados son el promedio ± desviación estándar (n=3) Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas $p (> 0,05)$.

El contenido de humedad depende de la calidad de la materia prima, del grosor de la cáscara, así como del proceso de liofilización al cual se sometieron las cáscaras. Sin embargo, la humedad de todas las muestras en estudio fue similar que el reportado en la literatura para la cáscara de mango (6,25%) (14).

En cuanto al contenido de cenizas de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) los valores son menores que el reportado para las cáscaras de mango (5,43%) (14), y parchita (6,10%) (15), pero similares a los reportados para la cáscara de naranja (3,2%) (15).

Se observó que el contenido de grasa de las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja, fueron similares al valor reportado en la cáscara de mango (14) (1,98%) pero mucho mas alto que la grasa contenida en la cáscara de guayaba (0,5%) (4), lo cual puede ser atribuido a la naturaleza del fruto, estado de madurez, variedad, y estación del año.

El mayor contenido de proteínas entre las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja lo presentó la harina de cáscara de mandarina (7,55 g/100g). Las principales proteínas de las cáscaras son las glucoproteínas presentes en la pared celular primaria donde forman una red de microfibrillas con la celulosa (14). La incorporación de estos componentes proteicos también puede variar con la naturaleza del fruto, el grado de maduración y sus condiciones de cultivo. Estos valores sugieren que estas harinas podrían ser aprovechables por la industria de alimentaria en la formulación de nuevos productos.

Análisis de micronutrientes

La Tabla 2 presenta los valores experimentales de algunos de los micronutrientes (minerales: calcio, magnesio y zinc y vitaminas: ácido ascórbico y los carotenoides totales) obtenidos en las muestras de las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja.

TABLA 2

Contenido de micronutrientes en harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*). (mg/100g) de muestra seca

Harinas de cáscaras	Calcio	Magnesio	Zinc	Acido Ascórbico	Carotenoides totales
Naranja	27,34 ^a ± 0,31	8,64 ^a ± 0,40	0,38 ^a ± 0,11	16,25 ^a ± 1,43	2,25 ^a ± 0,17
Mandarina	50,25 ^b ± 0,24	15,61 ^b ± 0,33	0,44 ^b ± 0,08	12,32 ^b ± 1,83	11,03 ^b ± 0,53
Toronja	49,54 ^c ± 0,39	10,35 ^c ± 0,46	0,97 ^c ± 0,02	28,17 ^c ± 2,18	2,31 ^a ± 0,29

Los valores presentados son el promedio ± DE (n=3) DE: desviación estándar

Letras diferentes en una misma columna, expresa diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,05$

El análisis estadístico (ANOVA) del contenido de minerales y ácido ascórbico mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las muestras; se aplicó asimismo, una prueba de mínimas diferencias significativas para observar donde se encontraba la diferencia y se obtuvo que existen diferencias mínimas significativas ($p < 0,05$) con

relación a todas las harinas. La excepción son los carotenoides totales donde solo se presentan diferencias significativas en el caso de la mandarina, la cual tiene el contenido más alto. Asimismo, la cáscara de mandarina contiene mayor cantidad de calcio y magnesio que el resto de las muestras y la toronja presenta el mayor contenido de ácido ascórbico.

Los valores reportados de magnesio y zinc en la Tabla de Composición de los Alimentos (TCA) del Instituto Nacional de Nutrición (16), para la parte comestible (pulpa) de toronja, son menores que en la harina. La TCA (16) no reporta valores para la naranja y mandarina. En cuanto al calcio la mandarina presenta el valor más alto y las otras dos harinas niveles más bajo que los reportados en la TCA (naranja 65, mandarina 33 y toronja 48 mg/100g).

En relación con el ácido ascórbico los valores reportados para la parte comestible de estas frutas (16) son mayores que los obtenidos en este estudio, por lo cual no se podrían considerar las harinas como fuentes importantes de esta vitamina. Sin embargo este contenido tiene influencia en el contenido de polifenoles totales.

Los carotenoides por su parte, algunos del grupo de los carotenos, son precursores de la vitamina A, lo cual tiene gran importancia nutricional porque en muchos países en vías de desarrollo como Venezuela, existe deficiencia de esta vitamina.

Las muestras estudiadas presentan todas, un contenido mayor de carotenoides que los reportados en la TCA (16) lo cual era de esperarse pues la cáscara tiene un mayor contenido de grasa que la pulpa y los carotenoides son liposolubles. Si se toma en consideración los valores de referencia para la población venezolana (17) (350-1000 ER/día) y la recomendación de la Sociedad Americana del Cáncer (18) (5mg/día de β -caroteno), se deduce que todas las harinas son una buena fuente de carotenoides y en especial la de mandarina, que presenta el más alto contenido de carotenoides (11,03mg/100g).

Fibra dietética

La Tabla 3 contiene los resultados obtenidos de las diferentes fracciones de la fibra dietética. El análisis estadístico reflejó que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para todos los parámetros evaluados (FDI, FDS, FDT) en las cáscaras de naranja, mandarina y toronja por lo que se realizó el análisis de mínimas diferencias significativa y se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en relación a las diferentes harinas estudiadas.

El contenido de fibra dietética total en residuos está en función de la fuente de la cual es extraída, siendo mayor este componente en frutas y verduras como la parchita (19) (82.1%) que en cereales y leguminosas. En este estudio la mandarina presentó un mayor contenido (52,89 g/100g de muestra seca) de la FDT, si se compara con las otras muestras de cáscaras de cítricas estudiadas. Asimismo, se observó un contenido total de fibra dietética en el rango de (48,09 a 52,89) g/100g (base seca), valores similares al reportado para la cáscara de guayaba (48,00 g/100g materia seca), nueva fuente de fibra dietética (4) y para el residuo de mango (14) (56,68%).

La fracción principal encontrada en las harinas de las cáscaras de naranja, mandarina y toronja fue la fibra dietética

insoluble FDI que representa entre 95 y 98% de la fibra dietética total, resultados similares a los de guayaba (4) (96%), pero mayor que el reportado para el residuo de mango (14) (27,21%). Esto puede deberse a que el contenido de celulosa en la pared celular de las harinas de las cáscaras de naranja, mandarina y toronja es alto, pues esta fracción de fibra está constituida principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina.

TABLA 3
Fibra dietética¹ en harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisis*) (g/100g de muestra seca)

Cáscara	FDI	FDS	FDT
Naranja	48,03 ^a ± 2,04	1,77 ^c ± 0,02	49,78 ^c ± 2,04
Mandarina	51,66 ^b ± 0,02	1,23 ^b ± 0,01	52,89 ^b ± 0,02
Toronja	46,44 ^a ± 2,10	1,61 ^a ± 0,04	48,09 ^a ± 2,10

¹Cada valor es el promedio ± desviación estándar (n =3);

FDI = Fibra dietética insoluble; FDS = Fibra dietética soluble; FDT = Fibra dietética total.

Letras diferentes en una misma columna, expresa diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,05$.

Se conoce que el consumo de fibra dietética insoluble provoca en el organismo un aumento en el volumen y peso de la masa fecal, reduce la constipación y aumenta la eliminación de moléculas orgánicas, mutágenos y ácidos biliares por lo que reduce el riesgo de cáncer intestinal (20).

La fibra dietética soluble representa entre 2 y 5% de la fibra dietética total; la cantidad de fibra dietética soluble que aportan los residuos al organismo son fisiológicamente importantes ya que esta fracción es el sustrato mayoritario para la fermentación colónica (21); or lo que con su ingesta se logra una disminución en la concentración de colesterol y glucosa en la sangre, un incremento en la eliminación de ácidos biliares y el crecimiento y proliferación de la flora bacteriana (14).

Funcionalmente, la fracción soluble determina la solubilidad, hinchamiento, capacidad de retención de agua y viscosidad de la fibra, que son factores determinantes cuando se realiza su incorporación en un alimento.

Los resultados encontrados sugieren la factibilidad de uso de estas harinas como fuente de fibra dietética en la formulación de productos alimenticios como yogurt, galletas, panes entre otros.

Polifenoles extraíbles y capacidad antioxidante

El contenido de compuestos fenólicos extraíbles de las muestras de cáscaras de naranja, mandarina y toronja, se muestran en la Tabla 4. El análisis estadístico mostró la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras en estudio.

TABLA 4

Polifenoles totales extraíbles, expresados como equivalentes de ácido gálico y actividad de barrido de radicales libres DPPH•, en las harinas de cáscaras de la naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*).

Cáscaras	Polifenoles totales (gGAE/ kg)	DPPH		EA (1/EC ₅₀ •T _{EC50})
		EC ₅₀ (g muestra, b.s./g DPPH*)	T _{EC50} (min)	
Naranja	43,3 ^a ± 0,39	5,44 ^b ± 0,2	46,36 ± 0,70	0,004
Mandarina	76,4 ^b ± 0,81	1,92 ^c ± 0,23	66,88 ± 2,32	0,008
Toronja	51,1 ^a ± 1,22	56,35 ^a ± 0,43	38,88 ± 0,56	0,005

Cada valor es el promedio ± desviación estándar, n = 3. Cálculos en base seca. Diferentes letras en una misma columna indica diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05).

GAE: equivalentes de ácido gálico

DPPH• = (2,2 - difenil - 1 picril - hidracil)

Todas las muestras presentan valores similares de polifenoles extraíbles, al compararlos con los reportados para la cáscara de guayaba (4) (58,7 gGAE/kg), siendo la muestra de cáscara de mandarina la que contiene mayor cantidad de polifenoles.

Varios compuestos fenólicos como los flavonoides y ácidos fenólicos se conocen como responsables de la capacidad antioxidante de frutas y vegetales. El método usado está basado en la reducción de una solución alcohólica de DPPH• en presencia de un antioxidante donador de hidrógeno (AH). La cantidad de DPPH•, remanente después de un tiempo determinado, es inversamente proporcional a la actividad antirradical de la muestra. Se calculó la cantidad de antioxidantes en la muestra necesarios para reducir la concentración inicial de radical DPPH• en un 50% (EC₅₀). Asimismo, se calculó el tiempo necesario para obtener el EC₅₀ (T_{EC50}), y la eficiencia antirradical (EA) que combina los dos factores anteriores.

Todos los valores de EC₅₀ de los extractos de naranja, mandarina y toronja se calcularon gráficamente, escogiéndose la mejor curva, de acuerdo al valor R² para cada uno de los extractos (Tabla 4).

Todas los extractos de polifenoles de las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja tuvieron una actividad antioxidante significativa, especialmente el extracto de cáscara de mandarina, que presentó valores menores de EC₅₀, un mayor contenido de polifenoles totales y una mayor eficiencia antirradical, comparables al obtenido para residuos de cáscara de guayaba (4) (EC₅₀ 1,92 y un contenido de polifenoles de 58,7g GAE/kg).

El análisis de regresión lineal del secuestro o barrido del radical DPPH• por los extractos de las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja mostró una correlación

estadísticamente significativa entre EC₅₀ y el contenido de polifenoles totales (r = -0,9780 p < 0,05). Esta correlación entre la actividad antirradical y el contenido de polifenoles ha sido reportado en la literatura (22,23).

La naranja, mandarina y toronja contienen otros antioxidantes tales como el ácido ascórbico y carotenoides pero estos compuestos han presentado menos potencial antioxidante en comparación con los polifenoles en diferentes estudios (24,25).

El parámetro que permite conocer la eficiencia de la capacidad antioxidante de un extracto polifenólico es la Eficiencia Antirradical (EA), en el cual están involucrados los valores de EC₅₀ y T_{EC50}.

En la tabla 4 se puede observar que el extracto de mandarina presentó mayores valores de EA que los extractos de naranja y toronja; lo que indica una mayor eficiencia como antioxidante que se correlaciona con el mayor contenido de polifenoles presentado (76,4) g GAE/ kg.

De las muestras estudiadas la cáscara de mandarina reflejó una mayor concentración de polifenoles totales y como consecuencia una mayor eficiencia antirradical, así como un mayor nivel de fibra dietética, carotenoides, calcio y magnesio. Estas características le confieren un gran potencial en la formulación de alimentos funcionales, aprovechando en un solo ingrediente las propiedades de la fibra, los compuestos antioxidantes y los carotenoides.

REFERENCIAS

1. Kaur C, Kapoor H. Antioxidants in fruits and vegetables the millennium's health. *J Food Sci Tech*. 2001; 36:703-725
2. Martínez-Valverde, I., Periego, M., Ros, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Arch Latinoamer Nutr*. 2000;50:5-18.
3. Larrauri JA, Rupérez P, Saura-Calixto F. Mango peel fibres with antioxidant activity. *Lebensm Unter Forsch*, 1997;205:39-42.
4. Jiménez-Escrib A, Rincón M, Pulido R and Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava* L) as a new source of antioxidant dietary fiber. *J Agric. Food Chem* 2001; 49:5489-5493.
5. Rincón AM, Tapia MS, Padilla FC. Evaluación de las cáscaras (exocarpio) de algunas frutas cultivadas en Venezuela. *Rev Fac de Farmacia*, 2004, en prensa.
6. Gorinstein S, Martin-Belloso O, Park Y-S, Haruenkit R, Lojek A, Ciz M, Caspi A, Libman I., Trakhtenberg S. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruit. *Food Chem*, 2001, 74:309-315.
7. Mahan LK, Escott-Stump S. *Nutrición y Dietoterapia* Krause 10a Ed. McGraw Hill Interamericana, Mexico, 2000; pp115-116; 161-162.
8. Basso C, Leal F, Sergent E. Los cítricos. Guía de la Cátedra de Manejo Agronómico de frutas y especies. Dpto Agronomía, Facultad de Agronomía, Maracay, Edo Aragua, 2001, pp.37.
9. Girard B and Mazza G. Functional grape and citrus products.

- En: *Functional Foods, Biochemical and Processing*. Ed Mazza, G. Technomic Publishing Company. Pensilvania. 1998; pp 155-178.
10. Ecónomos C and Clay WD. Nutritional and health benefits of citrus fruits. *Food Nutr Agric*. 1998; 24:11-18.
 11. AOAC., *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Ed. W. Horowitz, 17th ed Association of Analytical Chemists, Maryland USA.
 12. Montreau FR. Sur le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins par la methode Folin-Ciocalteu. *Connaiss Vigne Vin*. 1972 ; 24 :397-404.
 13. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric*. 1998; 78:270-276.
 14. García I. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos de mango criollo (*Mangifera indica*) y su incorporación en galletas. [Tesis] Huajuapán de León, (Oax):Universidad Tecnológica de la Mixteca. Se consigue en: <http://jupiter.utm.mx/Tesis/8487.pdf>
 15. Bermudez AS. Importancia de los alimentos funcionales. Resúmen de Ponencias. ILSI Nor-Andino Capitulo Venezuela 2001.
 16. Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Publicación No 54 Serie Cuadernos Azules, Ministerio de Salud y Desarrollo Social Instituto Nacional de Nutrición 2001, Caracas.
 17. Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Publicación No 53 Serie Cuadernos Azules, Ministerio de Salud y Desarrollo Social Instituto Nacional de Nutrición 2000, Caracas.
 18. Boileau TW, Moore AC and Erdman JW. Carotenoids and Vitamin A. En: *Antioxidant Status, Diet Nutrition and Health*. Ed Papas, A.M. CRC Press, New York, 1999, pp151.
 19. Baquero C, Bermúdez AS. Los residuos vegetales de la industria de jugos de maracuya como fuente de fibra dietética. En: Lajolo, F.M., Menezes, W. *Fibra Dietética. Temas en Tecnología de Alimentos* Ed. CYTED-IPN, Mexico, DF 1998 pp.207-214.
 20. López G, Ros G, Rincón F, Periago M, Martínez C, Ortoño J. Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismo de acción en el tracto gastrointestinal. *Arch Latinoamer Nutr*. 1997, 47:203-206.
 21. Gallea D, and Schneeman BO. Dietary fiber. En: Bowman, B.A. and Russell, R.M., Editors. *Present Knowledge in Nutrition*. 8th ed. Washington: ILSI Press; 2001. p83-91.
 22. Wang SY, Lin HS. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and development stage. *J Agric Food Chem* 2000;48:140-146.
 23. Wada L, Ou B. Antioxidant activity and phenolic content of Oregon Caneberries. *J Agric Food Chem*. 2002;50:3495-3500
 24. Jiménez- Escriv A, Jiménez-Jiménez I, Sánchez-Moreno C, Saura-Calixto F. Evaluation of free radical scavenging of dietary carotenoids by stable radical 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl. *J Sci Food Agric* 2000;80:1686-1690.
 25. Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified Ferric Reducing/Antioxidant Power assay. *J Agric Food Chem*. 2000;48, 3396-3402.

Recibido: 19-05-2005

Aceptado: 10-10-2005

NOTAS NECROLOGICAS

Recientemente nos enteramos del fallecimiento de la Dra. Miriam Muñoz de Chávez acaecido en Septiembre, esposa del Dr. Adolfo Chávez Villasana, quien fuera Presidente de la SLAN durante el período 2001 – 2003. Esta nueva inesperada nos embarga de tristeza y pesar. En Noviembre de 2003 tuvimos el placer de viajar con los Chávez el trayecto entre Ciudad de México y Acapulco para asistir al XIII Congreso de la SLAN y en anteriores ocasiones compartimos sesiones científicas, trabajos en conjunto y eventos sociales y siempre nos llevamos un grato recuerdo de Miriam, su dedicación y capacidad organizativa, profesionalismo, innata simpatía y encanto personal. Toda una gran dama. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION hace llegar al Dr. Chávez Villasana su sentida palabra de condolencia.

José Félix Chavez Pérez

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver, 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). Escribase 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 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

Expresé el propósito del artículo y resume el fundamento lógico del estudio u observación. Mencione 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 identifícalas 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 responses. *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 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.

(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.).

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., 1 st 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/nicod/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 múltiples y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

Abreviaturas y símbolos

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

Envío del manuscrito a la revista

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.

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada con el fin de integrar los esfuerzos de profesionales calificados para promover y mejorar el conocimiento de los problemas nutricionales de los países de la región y de las alternativas de prevención y tratamiento que ofrece la nutrición como ciencia.

Cualquier persona que se encuentre profesionalmente activa o que haya contribuido de manera significativa al avance de la nutrición o disciplinas afines, puede asociarse a SLAN, para lo cual debe enviar una carta de solicitud avalada por dos Socios Activos y su Curriculum actualizado. Debe igualmente anexar la documentación que pruebe la publicación de por lo menos, dos trabajos, en revistas de nivel internacional en los últimos años.

La solicitud debe dirigirse a la Presidencia de la SLAN en Ribeirao Preto, Brasil o a los Capítulos de la SLAN en los respectivos países. El actual Consejo Directivo de la SLAN está integrado por Helio Vannucchi (Presidente), Eduardo Atalah Samur (Vicepresidente), Julio Sergio Marchini (Secretario General), Pedro Eder Portari Filho (Tesorero) y Adolfo Chávez Villasana (Presidente Saliente).

El órgano oficial de la divulgación de la SLAN es "Archivos Latinoamericanos de Nutrición", ALAN, continuación de "Archivos Venezolanos de Nutrición". Los manuscritos para considerar su publicación deben ser dirigidos al Editor General José Félix Chávez Pérez o al Editor Asociado Maritza L. de Jiménez.

Los socios deben cancelar una cuota anual de U.S. \$ 40, la cual incluye la suscripción a la revista.

La correspondencia destinada a la SLAN debe dirigirse a Helio Vannucchi, Facultad de Medicina de Ribeirao Preto, Universidad de Sao Paulo, Ave Bandeirantes 3.900, CEP 14049-900, Ribeirao Preto, SP, Brasil. La destinada a ALAN, se dirigirá a la dirección de la revista que figura en la primera contraportada o a su dirección electrónica: alanven04@hotmail.com

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su dirección abajo y envíela al Departamento de Suscripciones de ALAN, adjuntando la etiqueta de un sobre de envío. Le rogamos avisarnos con 60 días de anticipación./
Please print your new address below and return to the Journal Subscription Dept. with our label. Please advise 60 days in advance.

Nombre/Name:

Calle/Street:

Ciudad/City:

Estado, País/State, Country:

Código Postal/Postal Code:

Por favor enviar ALAN a mi nueva dirección a partir de/ **Date new address effective:**

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

SOLICITUD DE INSCRIPCION

Nombre: _____		
Título Profesional: _____		
Estudios de Postgrado: _____		
Cargo: _____		
Institución donde trabaja: _____		
Dirección: _____		
Código Postal: _____	Ciudad/País: _____	
Teléfono: _____	Fax: _____	Correo electrónico: _____
Fecha de solicitud: / /		
Anote las referencias bibliográficas de dos de sus publicaciones más recientes		
1. _____		

2. _____		

Socios de SLAN que le postulan		
Nombre:	Firma:	
_____	_____	
_____	_____	

Adjunte su Curriculum Vitae actualizado.

La cuota anual de SLAN es de \$ 40 con la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
Los cheques deben ser emitidos en U.S. \$ a nombre de la Sociedad Latinoamericana de 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