

ALAN

Volumen 48. N° 3. Septiembre 1.998

A R C H I V O S

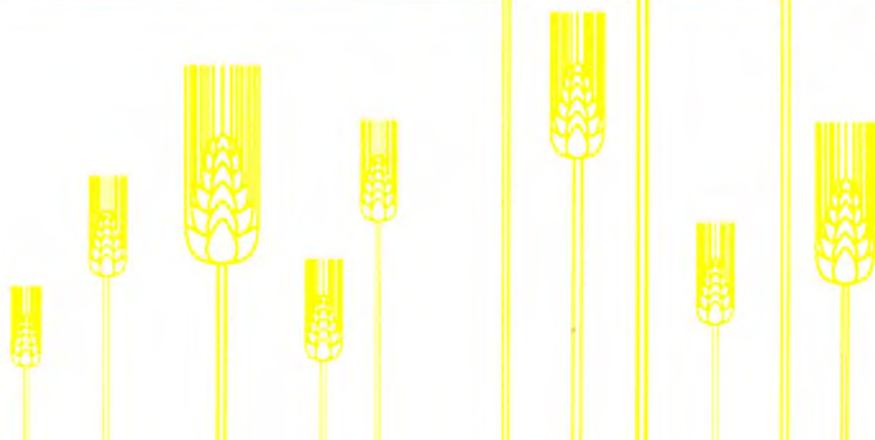


Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

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

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías:


1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

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

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Apartado 62.778. Chacao.
Avenida Francisco de Miranda
Caracas 1060. Venezuela, S.A.
Fax (58-2) 284.85.43

ENTIDADES PATROCINANTES

- **Fundación CAVENDES**
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**
Guatemala, Guatemala C.A.
- **INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Venezuela**
- **CONICIT. Venezuela**
- **KELLOGG'S América Latina**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**
- **Fundación POLAR**
- **Protein Technologies International**
Caracas, Venezuela
- **Centro de Atención Nutricional Infantil Antímano.CANIA**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **BASF Venezolana S.A.**
- **Savoy Brands Venezuela, C.A.**
- **Cadipro Milk Products, C.A.**
- **ADM Protein Specialties**

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 48

SEPTIEMBRE 1998

Nº 3

Contenido

| | Páginas |
|--|---------|
| ARTICULOS GENERALES | |
| Absorción del hierro de los alimentos. Papel de la vitamina A María Nieves García-Casal, Miguel Layrisse..... | 191 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| Nutrición Humana | |
| Estimación de talla y peso en niños de 9 a 14 años a partir de la altura de la rodilla y de la circunferencia media del brazo Mercedes Marquez Acosta, Rafael D. Yépez Rivas, Carmen E. Rivas de Yépez, Rosalía S. de Naranjo, Guillermo Ramos, Manuel Rincón Silva, Naika Díaz, Milagros Pontiles | 197 |
| Evaluación antropométrica y rendimiento escolar en estudiantes de educación media de Valparaíso, Chile Triana Andrea Toro Diaz, Atilio Aldo Almagia Flores, Daniza María Ivanovic Marincovich..... | 201 |
| Diferencias en la composición porcentual de los poliinsaturados de cadena larga en eritrocitos materno-fetales en nacimientos de término o pretérmino en humanos Julia Araya Araya, Myrna Rojas García, Pilar Fernández Fraile, Argentina Mateluna Acevedo..... | 210 |
| Bioquímica Nutricional | |
| Participación del hígado en el suministro de ácidos grasos esenciales poliinsaturados de cadena larga durante el desarrollo postnatal del cerebro de rata Venezuela Azavache, Carmen Cuevas, Virgilio Bosch..... | 216 |
| Nutrición y Cáncer | |
| El consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y arroz, y su relación con la incidencia de cáncer gástrico en México Ramón Alberto Rascón Pacheco, Lizbeth López Carrillo..... | 221 |

| | |
|--|-----|
| Evaluation of the composition of the regional diet in Sonora, México: Incidence of colon cancer C. Jane Wyatt | 225 |
| Educación Nutricional | |
| Aleitamento materno em favelas: um programa de incentivo a través de visitas domiciliaries Maria Helena do Nascimento Souza, Ana Lydia Sowaya, Ricardo Sesso, Dirce Maria Sigulem..... | 231 |
| Windiet. Sistema de apoio à decisão para avaliação do estado nutricional e prescrição de dietas Elizabethe Adriana Esteves, Alexandre Dias Siqueira, Josefina Bressan Resende Monteiro, Artêmio Ludwig..... | 236 |
| Ciencia de Alimentos | |
| Quality control of beer hopped with reduced isomerised products Jorge Kátia, Luiz C. Trugo..... | 242 |
| Cocrystalización de concentrado de pepino (<i>Cucumis sativa L.</i>) Alma Vázquez, César I. Beristain | 247 |
| Características nutricionales de una galleta formulada con plasma sanguíneo de bovino como principal fuente proteica Enrique Márquez Salas, Betty Benitez Payares, Negda Méndez Gil, Lisbeth Rangel Matos, Ida Medrano, Inés Venencia, Pedro Izquierdo, Romer Romero, Haydeé V. Castejón | 250 |
| LatinFoods | |
| Vitamin C in Barbados cherry <i>Malpighia glabra L.</i> pulp submitted to processing and to different forms of storage Jesú Vergílio Visentainer, Otávio Attie Vieira, Makoto Matsushita, Nilson Evelázio de Souza | 256 |
| Contenido de algunos nutrientes, minerales y variaciones estacionales en <i>Porphyra columbina</i>, alga comestible de la Costa Patagónica argentina María Angélica Fajardo, Fabiana Alvarez, Oscar Héctor Pucci, María Luz Pita Martín de Portela | 260 |
| Vitaminas y minerales del atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>) del Pacífico mexicano enlatado en aceite María Isabel Castro-González, Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Elena Carranco Jáuregui, Ma. Eugenia Juárez Silva | 265 |
| NOTAS | 269 |
| NUEVOS LIBROS | 270 |
| IN MEMORIAM | 271 |
| INFORMACION PARA LOS AUTORES | 273 |

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 48

SEPTEMBER 1998

N° 3

Contents

| | Pages |
|---|-------|
| GENERAL ARTICLES | |
| Food iron absorption. Role of vitamin A. María Nieves García-Casal, Miguel Layrisse..... | 191 |
| RESEARCH PAPERS | |
| Human Nutrition | |
| Estimating stature and body weight from knee height and mid arm circumference for children 9 to 4 years old Mercedes Marquez Acosta, Rafael D. Yépez Rivas, Carmen E. Rivas de Yépez, Rosalía S. de Naranjo, Guillermo Ramos, Manuel Rincón Silva, Naika Díaz, Milagros Pontiles..... | 197 |
| Anthropometric assessment and school achievement in school-age children from high school in Valparaiso, Chile Triana Andrea Toro Diaz, Atilio Aldo Almagia Flores, Daniza María Ivanovic Marincovich..... | 201 |
| Maternal and fetal long chain fatty acids in term and preterm birth Julia Araya Araya, Myrna Rojas García, Pilar Fernández Fraile, Argentina Mateluna Acevedo | 210 |
| Nutritional Biochemistry | |
| The liver as a source of LC-PUFA for postnatal brain development in the rat Venezuela Azavache, Carmen Cuevas, Virgilio Bosch | 216 |
| Nutrition and Cancer | |
| Consumption of foods prepared with corn, wheat and rice in relation to gastric cancer incidence in México Ramón Alberto Rascón Pacheco, Lizbeth López Carrillo..... | 221 |

| | |
|--|-----|
| Evaluation of the composition of the regional diet in Sonora, México: Incidence of colon cancer C. Jane Wyatt | 225 |
| Nutritional Education | |
| Breastfeeding in shantytowns: an educational program through home visits Maria Helena do Nascimento Souza, Ana Lydia Sowaya, Ricardo Sesso, Dirce Maria Sigulem | 231 |
| WinDiet. Support Decision System to assessment of nutritional status and diet prescription Elizabete Adriana Esteves, Alexandre Dias Siqueira, Josefina Bressan Resende Monteiro, Artêmio Ludwig | 236 |
| Food Science | |
| Quality control of beer hopped with reduced isomerised products Jorge Kátia, Luiz C. Trugo | 242 |
| Cocrystallization of cucumber concentrate Alma Vázquez, César I. Beristain | 247 |
| Nutritional characteristics of a cookie formulated with bovine blood plasma as a main source of protein Enrique Márquez Salas, Betty Benitez Payares, Negda Méndez Gil, Lisbeth Rangel Matos, Ida Medrano, Inés Venencia, Pedro Izquierdo, Romer Romero, Haydeé V. Castejón | 250 |
| LatinFoods | |
| Vitamin C in Barbados cherry <i>Malpighia glabra</i> L. pulp submitted to processing and to different forms of storage Jesuí Vergílio Visentainer, Otávio Attie Vieira, Makoto Matsushita, Nilson Evelázio de Souza | 256 |
| Mineral values and seasonal fluctuations of <i>Porphyra columbina</i>, an edible marine algae from the Southern Argentine Coast María Angélica Fajardo, Fabiana Alvarez, Oscar Héctor Pucci, María Luz Pita Martín de Portela | 260 |
| Minerals and vitamins in yellow fin tuna (<i>Thunnus albacares</i>) oil canned, from the Mexican Pacific María Isabel Castro-González, Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Elena Carranco Jáuregui, Ma. Eugenia Juárez Silva | 265 |
| NOTES | 269 |
| NEW BOOKS | 270 |
| IN MEMORIAM | 271 |
| INFORMATION TO AUTHORS | 273 |

Absorción del hierro de los alimentos. Papel de la vitamina A

María Nieves García-Casal, Miguel Layrisse

Laboratorio de Fisiopatología, Centro de Medicina Experimental del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

RESUMEN. El hierro y la vitamina A son nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento del organismo. La carencia de estos elementos es un problema de salud pública sobre todo en países en vías de desarrollo. Recientemente se ha reportado un efecto potenciador por parte de la vitamina A sobre la absorción de hierro debido probablemente a un efecto quelante de esta vitamina sobre el hierro manteniéndolo soluble y disponible para ser absorbido y estableciéndose así una competencia con otras sustancias (fitatos y polifenoles) que unen hierro y lo hacen poco absorbible. Este hallazgo significa que la implementación de programas de enriquecimiento de alimentos con ambos nutrientes garantizaría no solo el aporte de dos sustancias esenciales para el organismo, sino que se favorecería la absorción de hierro aún a partir de dietas con alto contenido de inhibidores.

Palabras clave: Hierro, vitamina A, fitatos, polifenoles.

Metabolismo del hierro

En el hombre normal, existe un equilibrio entre la absorción del hierro y su eliminación, existiendo un discreto balance positivo en la absorción (1,2). El hierro se pierde continuamente a través de la descamación de las células epiteliales del tracto digestivo, piel y otras; su eliminación total es de cerca de 1 miligramo diario en un hombre adulto de 70 kilos y para balancear esta pérdida se utiliza el hierro contenido en los alimentos.

La absorción de hierro ocurre en el duodeno y porción alta del yeyuno en un proceso que exhibe una cinética bifásica (3). A pesar de que no ocurre absorción a nivel gástrico, la secreción de ácido clorhídrico y gastrina a este nivel no solo ayuda a liberar el hierro de los complejos hierro-proteína, sino que también solubiliza el metal, al reducirlo de la forma férrica a la ferrosa. A nivel intestinal, la presencia de bicarbonato aumenta el pH lo que favorece la oxidación a la forma férrica, potencialmente disminuyendo la absorción; pero por otra parte la presencia de enzimas pancreáticas favorece la liberación de hierro de complejos con proteínas, haciéndolo más disponible para la absorción.

El proceso de absorción desde que el hierro se encuentra en el lumen intestinal hasta el ingreso del hierro a la circulación involucra por lo menos tres etapas: captación del hierro al interior de los enterocitos, almacenamiento y/o pasaje hasta la membrana basolateral y finalmente el ingreso del hierro a la

SUMMARY. Food iron absorption. Role of vitamin A. Iron and vitamin A are essential nutrients for human growing, development and maintenance. Deficiency of these elements is a public health problem especially in developing countries. Recently it has been reported that vitamin A has a favorable effect on iron absorption, probably due to the formation of an iron-vitamin A chelate, that keeps iron soluble and available for absorption. This vitamin establishes a competence with other iron-binding molecules (phytates and polyphenols) that are not absorbed and render insoluble iron. Food enrichment programs with both iron and vitamin A, will provide these two essential nutrients and also an enhanced iron absorption even from diets with a high content of inhibitors.

Key words: Iron, vitamin A, phytates, polyphenols.

circulación. A pesar del intenso interés y esfuerzo investigativo, la mayor parte de este proceso es aún controversial y en algunos casos se desconoce. Sin embargo, desde hace algunos años se sabe, que para efectos de absorción se han descrito dos compartimientos de hierro en la luz del tracto gastrointestinal: el compartimiento de hierro hemínico y el de hierro no hemínico (4-6). El hierro proveniente de estos compartimientos interacciona de forma diferente en el lumen intestinal e ingresa al organismo por vías distintas.

El hierro hemínico ingresa sin cambios al enterocito, y por acción enzimática (7) es liberado dentro de la célula, pasando a formar parte de un compartimiento intracelular común transitorio, del que será almacenado como ferritina o transportado a la región basolateral del enterocito y de allí a la circulación.

La captación de hierro no hemínico ocurre por dos vías que operan en forma simultánea. La primera parece ser absorción pasiva, donde la captación es proporcional a la concentración de hierro en el lumen intestinal. Esta vía predomina en sujetos con reservas de hierro aumentadas. La otra vía involucra receptores y proteínas de unión aún no bien caracterizadas, en un proceso que es saturable y susceptible a inhibición competitiva (8-10). Este mecanismo predomina en sujetos con reservas de hierro disminuidas. Se han propuesto varias proteínas como las posibles responsables de actuar como transportadoras del hierro al interior de los enterocitos, siendo una de las

estudiadas la transferrina, y aunque las evidencias continúan siendo conflictivas, parecen indicar que la transferrina no es la proteína que transporta hierro al interior del enterocito (11-18). Mas recientemente, Conrad (19-21) propuso la vía mobilferrina-integrina como responsable del ingreso del hierro a las células intestinales.

Además de no haberse descrito a satisfacción un mecanismo que explique el ingreso del hierro a la célula, existe adicionalmente un requerimiento importante para que el hierro no hemínico sea transferido o entregado a esta proteína transportadora y es que el hierro se encuentre "adecuadamente" quelado por ciertas sustancias que lo mantengan soluble pero a la vez disponible para ser transferido a la proteína transportadora o que sea absorbido unido a esta sustancia quelante. Como puede notarse, el proceso es complejo sobre todo si se consideran la cantidad de sustancias que se encuentran interactuando en un momento dado en el lumen intestinal de un individuo después de ingerir una comida.

Desde el año 1965, se comienza el estudio de la absorción del hierro de los alimentos utilizando isótopos radiactivos del hierro, los cuales eran incorporados biosintéticamente a vegetales y animales. Mediante estos estudios (2), pudo observarse que la absorción del hierro de los alimentos vegetales que consume habitualmente el pueblo venezolano, es decir, arroz, maíz y frijoles, es aproximadamente la mitad de la obtenida con el trigo y la soya y solamente la cuarta o sexta parte de la absorción del hierro de origen animal como la carne de pescado y ternera; observándose también que los valores de absorción para sujetos con deficiencia de hierro es mas del doble de la observada para sujetos sanos, indicando que la absorción parece ser dependiente no solo de la cantidad y calidad del hierro contenido en los alimentos, sino también de las reservas del individuo.

La información de la absorción de hierro de un solo alimento es importante, sobre todo considerando que en países latinoamericanos puede ser ingerido como única fuente de calorías y nutrientes; sin embargo, el estudio de la absorción del hierro de una comida completa o de un régimen alimentario provee información aún mas valiosa, ya que permite identificar sustancias favorecedoras o inhibidoras de la absorción, y fue así como fue posible determinar la formación de compartimientos o "pooles" de hierro en la luz del tracto gastrointestinal.

Sustancias inhibidoras de la absorción de hierro

Durante el proceso digestivo, los alimentos liberan varias sustancias ligantes, las cuales atrapan hierro y limitan la cantidad de este elemento que se absorbe en una comida. Algunos de estos quelantes son fitatos, polifenoles, fosfatos, etc. (22-24). En el caso de fitatos y polifenoles, estudios *in vitro* sugieren que estas sustancias favorecen la formación de polímeros de los compuestos de hierro a través de la gran cantidad de grupos hidroxilo presentes en estos inhibidores que son altamente reactivos con el hierro (24-26). Para los

polifenoles, los grupos hidroxilo son la parte reactiva de la molécula fenólica y el patrón de hidroxilación difiere entre las diferentes moléculas; las que contienen anillos aromáticos con dos grupos hidroxilo (catecol) o con tres (galoil) colocados en átomos de carbono adyacentes, poseen propiedades de unir hierro *in vitro*.

Se ha reportado que el café y el té debido a su alto contenido en tanatos, inhiben la absorción del hierro no hemínico contenido en los vegetales (27-30). Entre los alimentos de origen animal, el hierro del huevo y la leche no solamente muestran baja absorción, sino que también la presencia de estos alimentos en una comida inhibe la absorción del hierro contenido en otros alimentos. El mecanismo de inhibición probablemente involucra fosfoproteínas que forman complejos estables con el hierro, dificultando así su absorción (23,29,31).

También se ha reportado que ocurre inhibición de la absorción de hierro cuando el consumo de calcio es mayor de 500 mg, el contenido de magnesio es mas de 300 veces el de hierro o el de zinc es 5 veces mayor (32,33).

Sustancias favorecedoras de la absorción de hierro

Existen varias sustancias cuya presencia en la dieta o alimento aislado promueven la absorción del hierro no hemínico. La acción favorable del ácido ascórbico sobre la absorción del hierro ha sido ampliamente demostrada (34-36). Aparentemente esta vitamina forma un complejo equimolecular con el hierro, habiéndosele atribuido también un efecto reductor sobre los compuestos férricos (1).

Otras sustancias como la fructosa, el alcohol y las comidas ácidas también favorecen la absorción de hierro no hemínico; pero además del ácido ascórbico solo las proteínas de origen animal han sido ampliamente estudiadas por su efecto favorecedor sobre la absorción de hierro, en particular las que contienen cisteína y el glutatión (37-39).

Enriquecimiento de los alimentos con hierro

La deficiencia de hierro es uno de los principales problemas nutricionales que afecta millones de personas en el mundo y en muchos casos, la deficiencia es tan severa que provoca anemia sobre todo en grupos vulnerables de la población como los niños en edad preescolar y escolar y las mujeres en edad reproductiva. En países en vías de desarrollo la prevalencia de la deficiencia de hierro es muy alta (40,41) y es causada por varios factores como el consumo insuficiente de hierro absorbible, las infecciones en general, las deficiencias de vitamina A, folato y vitamina B12, entre otras (42-46). Una de las causas mas importantes, además de la disminución del aporte de hierro en la dieta, es la pobre biodisponibilidad del hierro contenido en la dieta habitual de estos países, la cual está basada en el consumo de cereales, leguminosas y tubérculos (47).

Entre las estrategias para combatir la deficiencia de hierro a nivel poblacional se encuentran: 1. El control de las enferme-

dades por parásitos, especialmente anquilostomiasis 2. La implementación de medidas sanitarias tendientes a mejorar la calidad de vida de la población 3. La suplementación con sales de hierro 4. La fortificación con hierro de vehículos alimentarios y 5. Cambio de los hábitos alimentarios (48,49). La fortificación de alimentos con hierro es considerada como el método mas efectivo debido a que resulta la mas económica, no depende de la decisión individual y puede ser dirigida a un segmento o a la población total.

Fortificación de harinas con hierro y vitaminas en Venezuela

Durante el período 1960-1985, la población venezolana experimentó una reducción progresiva de la prevalencia de deficiencia de hierro, debido al mejoramiento del consumo de alimentos en la clase socioeconómica baja y a la reducción de la prevalencia de infección por anquilostomo en la población rural. La encuesta llevada a cabo por Fundacredesa (Fundación para el estudio del crecimiento y desarrollo en escala nacional) entre 1978 y 1985 en diferentes estratos socioeconómicos de la población venezolana, mostró que la prevalencia de deficiencia de hierro y anemia, aún en grupos vulnerables, eran relativamente bajas para un país en vías de desarrollo (50-52).

En Venezuela, la crisis económica que comenzó en 1983, con la devaluación del signo monetario (Bolívar), ha producido una disminución importante en la cantidad y calidad de alimentos consumidos por los estratos socioeconómicos bajos de la población. Fundacredesa ha calculado el costo mensual de una dieta básica para una familia de 5 miembros. Dicha dieta contiene alimentos producidos localmente e incluye: harina de maíz, arroz, plátano, papas, leche, frutas, carne, vegetales y huevos, conteniendo en promedio 9257 KJ, 65 g de proteína, 66 g de grasa y 343 g de carbohidratos. El costo en bolívares de dicha dieta fue 1.159 en el año 1983, 2.167 en 1988, 13.345 en 1992 y 27474 en 1994. El incremento en el precio no se corresponde con el del salario mínimo, resultando en la imposibilidad de obtención de esta dieta standard por parte de una gran segmento de la población y la necesidad de incluir muchas familias de clase obrera y baja en los programas de ayuda gubernamentales.

En un estudio realizado analizando las encuestas de la población de Caracas comprendida entre 7 y 15 años de edad pertenecientes a los estratos socioeconómicos obrero y bajo durante los años 89-90 y 92 (50), se encontró que la prevalencia de la deficiencia de hierro fue de 14 y 37% y la prevalencia de anemia de 4 y 19% respectivamente, mostrando el deterioro de estos parámetros en el año 1992, luego de 10 años de crisis.

En el año 1993 comenzó la fortificación obligatoria, en escala nacional, de la harina precocida de maíz y de la harina blanca de trigo. La harina de maíz contiene 50 mg de hierro por kg bajo la forma de fumarato ferroso, vitamina A, tiamina, riboflavina y niacina. La harina de trigo contiene 20 mg/kg de hierro como fumarato ferroso y las mismas vitaminas, excepto

la vitamina A. El consumo de estos dos cereales representa el 45% del consumo diario de calorías en la población (53).

En 1994, un año después de iniciada la fortificación, se realiza una encuesta entre niños y adolescentes de la población de Caracas, encontrándose una impresionante disminución de la prevalencia de anemia y deficiencia de hierro. En comparación con el año 1992, la prevalencia de anemia disminuyó de 19 a 9% y la de deficiencia de hierro de 37 a 16%.

Interacciones hierro-vitamina A

Se comienzan entonces estudios sobre interacción de micronutrientes, especialmente los contenidos en las harinas fortificadas. Se estudió la biodisponibilidad del hierro a partir de un desayuno basal, cuyo principal ingrediente es un pan de 100 g de harina de maíz o de trigo fortificadas + 50 g de queso + 10 g de margarina. Estos desayunos se administraron solos el primer día del ensayo y posteriormente con diferentes concentraciones de café. Cuando el desayuno con pan de trigo fue administrado con café, la absorción disminuyó mas del 70% en comparación con el pan de trigo administrado solo. En cambio, en el desayuno con pan de maíz, la absorción fue similar en todas las pruebas realizadas, independientemente de la presencia o no de café. El único ingrediente presente en la harina precocida de maíz y no en la de trigo, es la vitamina A (54).

En los siguientes experimentos se utilizó harina precocida de maíz no fortificada y se añadió en el laboratorio hierro como fumarato ferroso en la misma proporción que a nivel industrial. El desayuno con esta harina fue administrado solo, con café y con café + 1000 UI de vitamina A. Se estudió asimismo el efecto del té sobre la absorción de hierro del pan de maíz. En todos los casos la absorción a partir de la dieta con café o té + vitamina A fue mayor a la obtenida del desayuno administrado solo y significativamente mayor que la del desayuno administrado con café o té pero sin vitamina A, demostrándose también un efecto de esta vitamina sobre los fitatos contenidos en la harina precocida de maíz.

En el caso del desayuno preparado con harina de trigo pudo observarse que el efecto protector de la vitamina A fue menos marcado en presencia de café debido, como se pudo demostrar posteriormente, a que el calor prolongado a altas temperaturas (requerido para hornear el pan) así como la presencia de levadura provocan la disminución de la vitamina A. Esto fue evidenciado debido a las diferencias encontradas al comparar la absorción de hierro cuando se añadía la vitamina A a la masa antes de hornear el pan o cuando era administrada como una bebida al momento de ingerir el desayuno.

Debido a la labilidad de esta vitamina al calor, luz, oxígeno (55), se procedió a cuantificar la pérdida de esta vitamina durante la manipulación de las harinas y sobre todo al día siguiente de preparado el pan, ya que los experimentos son realizados a unos 100 Km del laboratorio y el desayuno es administrado al día siguiente de haber sido preparado. En la harina de maíz el contenido de vitamina A varía de 720 a 1020

UI/100 g, 806 en la masa, 558 en el pan y 338 al día siguiente de haber sido horneado. En cuanto a la harina de trigo, el contenido de vitamina A fue 430 UI/100 g en la masa, 136 después de horneado y 83 al día siguiente, mostrando una importante reducción de esta vitamina durante la preparación del pan, la cual, como ya se comentó, es más evidente para el pan preparado de harina de trigo (54).

Con la finalidad de establecer la formación de complejos hierro-vitamina A, se realizaron estudios espectrofotométricos y de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) a partir de soluciones de sulfato ferroso (FeSO_4), cloruro férrico (FeCl_3) y fumarato ferroso ($\text{C}_4\text{H}_2\text{FeO}_4$) con vitamina A y efectivamente fue posible observar cambios en absorbancia y perfiles de elución (54), que apuntan hacia la formación de complejos de hierro y vitamina A.

En estudios posteriores fue posible ratificar el papel de la vitamina A sobre la absorción de hierro no solo en maíz y trigo sino también en arroz (56), demostrándose un papel no solo sobre polifenoles contenidos en café y té, sino también sobre los fitatos que se encuentran en estos cereales. Asimismo, estudios de solubilidad de hierro (como fumarato ferroso, EDTA monosódico y monoférrico y hierro aminoquelado) a pH 2 y 6 en presencia o no de vitamina A, demostraron que, de manera dosis dependiente, la presencia de vitamina A incrementa la cantidad de hierro que permanece soluble cuando el pH es cambiado de 2 a 6, por la adición de hidróxido de sodio. Actualmente se realizan estudios de interacción con polifenoles y fitatos, con el fin de establecer cambios de solubilidad o competencia con la vitamina A por el hierro.

En los estudios mencionados se ha podido demostrar que tanto la vitamina A como su precursor, el β -caroteno, son capaces de contrarrestar el efecto inhibitorio que tienen fitatos y polifenoles sobre la absorción de hierro. El mecanismo está por dilucidarse, pero es posible que ocurra la formación de complejos hierro-vitamina A o hierro- β -caroteno a nivel del lumen gastrointestinal, que limiten la unión del hierro a los grupos hidroxilo presentes en fitatos y polifenoles.

Consideraciones finales

La vitamina A es un nutriente esencial para el crecimiento, la visión y la diferenciación celular, cuya deficiencia produce una gran variedad de alteraciones como ceguera nocturna, xeroftalmia, lesiones en la piel, retardo en el crecimiento, infecciones respiratorias y parasitarias ya que normalmente se asocia con otras deficiencias nutricionales. Se ha postulado que podría existir un papel de la vitamina A sobre componentes específicos del sistema inmunitario, y aunque las evidencias son conflictivas en cuanto a que la deficiencia de vitamina A pueda provocar la aparición de infecciones respiratorias o gastrointestinales, los autores parecen coincidir en que la presencia de vitamina A evita que la infección se propague (57, 58). Recientemente se ha encontrado una asociación entre deficiencia de vitamina A y cáncer y aunque el mecanismo no ha sido elucidado posiblemente está relacionado con su papel

esencial en la diferenciación celular.

La vitamina A puede encontrarse como tal en alimentos de origen animal (hígado, huevos, queso, mantequilla) o como carotenoides (provitamina A) en ciertos vegetales. El mejor conocido y más abundante es el β -caroteno que solo tiene actividad de vitamina A cuando se convierte en retinol en el organismo (59). Cada molécula de β -caroteno es capaz de escindir-se en dos moléculas de retinol por acción de la enzima dioxigenasa. Esta reacción es inhibida por producto: a medida que la concentración de vitamina A aumenta, la conversión de β -caroteno en retinol disminuye. Es por esta razón que se considera al β -caroteno como una "fuente segura" de vitamina A ya que se produce la vitamina en las concentraciones necesarias y el exceso del precursor puede almacenarse reversiblemente como β -caroteno en el tejido adiposo, sin los riesgos que representa la deposición del exceso de vitamina A en el hígado. Los requerimientos diarios de vitamina A son 5000 Unidades Internacionales (UI) (1000 Equivalentes de Retinol, ER) para hombres y 4000 UI (800 ER) para mujeres. Se incrementa el requerimiento en 1000 UI durante el embarazo y en 2000 UI durante la lactancia (55).

Desde el punto de vista clínico y del laboratorio, la deficiencia de hierro es usualmente reconocida por la anemia que acompaña sus últimos estadios, es por ello que los riesgos de la deficiencia de hierro son generalmente vistos en términos de la disminución de la hemoglobina circulante. Aunque una de las funciones más importantes del hierro es su papel en el transporte de oxígeno, este participa en una variedad de procesos bioquímicos incluyendo transporte electrónico mitocondrial, metabolismo de catecolaminas y síntesis de DNA, por lo que no resulta sorprendente el amplio espectro de alteraciones bioquímicas que han sido descritas como consecuencia de la deficiencia de hierro (1, 60, 61). Se sabe que un gran número de enzimas contienen hierro o lo requieren como cofactor incluyendo citocromo oxidasa, succinato deshidrogenasa, aconitasa, catalasa, mieloperoxidasa, citocromo C reductasa, ribonucleótido reductasa, tirosina hidroxilasa y xantina oxidasa. Aunque ha sido difícil relacionar las concentraciones tisulares de estas enzimas a las consecuencias funcionales de la deficiencia de hierro, la depleción de hierro tisular puede ser tan importante como la disminución de la hemoglobina circulante.

Las implicaciones no hematológicas de la deficiencia de hierro son muy variadas incluyendo efectos sobre la función y estructura gastrointestinal, inmunidad e infección, función neurológica, actividad física, etc (62-70).

El estricto control que ejerce el organismo para la entrada y salida del hierro, constituye una dificultad inmensa cuando se pretende implementar programas que aumenten la absorción de este nutriente con el fin de mejorar la deficiencia de hierro. La existencia de una sustancia potenciadora, una vitamina, que a su vez es necesaria para el organismo y cuya deficiencia en países del tercer mundo es un problema de salud pública, constituye un hallazgo extraordinario ya que el

enriquecimiento de un vehículo alimentario de consumo masivo con ambas sustancias, garantizaría no solo el aporte de estos nutrientes sino que se potenciaría la absorción de hierro en dietas como las nuestras, que contienen gran cantidad de inhibidores de su absorción.

REFERENCIAS

1. Bothwell T, Charlton R, Cook J, Finch C. Iron metabolism in man. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1979.
2. Layrisse M, Martínez-Torres C. Absorción del hierro a partir de los alimentos. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Editorial Arte. Caracas. 1983.
3. Carpenter C, Mahoney A. Contributions of heme and nonheme iron to human nutrition. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1992; 31: 333-367.
4. Cook JD, Layrisse M, Martínez-Torres C, Walker R, Monsen E, Finch C. Food iron absorption measured by an extrinsic tag. *J Clin Invest* 1972; 51: 805-815.
5. Layrisse M, Martínez-Torres C. Model for measuring dietary absorption of heme iron; test with a complete meal. *Am J Clin Nutr* 1972; 25: 401-411.
6. Hallberg L, Björn-Rasmussen E. Determination of iron absorption from whole diets. A new two-pool model using two radioiron isotopes given as haem and non-haem iron. *Scand J Haematol* 1972; 9: 193-197.
7. Conrad M, Burton B, Williams H, Foy A. Human absorption of hemoglobin-iron. *Gastroenterology* 1967; 53: 5-10.
8. Huebers H, Csiba E, Josephson B, Finch C. Iron absorption in the iron deficient rat. *Blut* 1990; 60: 345-350.
9. Teichman R, Stremmel W. Iron uptake by human upper small intestine microvillus membrane vesicles. *J Clin Invest* 1990; 86: 2145-2149.
10. Thompson A, Valberg L. Kinetics of intestinal iron absorption in the rat: effect of cobalt. *Am J Physiol* 1971; 220: 1080-1084.
11. Huebers H, Huebers E, Csiba E, Rummel W, Finch C. The significance of transferrin for intestinal iron absorption. *Blood* 1983; 61: 283-290.
12. Baldwin G, Chandler R, Weinstock J. Binding of gastrin to gastric transferrin. *FEBS Lett* 1986; 205:147-149.
13. Longano S, Knesel J, Howlett G, Badlwin G. Interaction of gastrin with transferrin; effects of ferric ions. *Arch Biochem Biophys* 1988; 263:410-417.
14. Cox T, Mazurier J, Spik G, Montreuil J, Peters T. Iron binding proteins and influx of iron across the duodenal brush border; evidence for specific lactotransferrin receptor in the human intestine. *Biochim Biophys Acta* 1979; 588:120-128.
15. Osterloh K, Simpson R, Peters T. The role of mucosal transferrin in intestinal iron absorption. *Br J Haematol* 1987; 65: 1-3.
16. Simpson R, Osterloh K, Raja K, Snape S, Peters T. Studies on the role of transferrin and endocytosis on the uptake of Fe³⁺ from Fe-Nitriloacetate by mouse duodenum. *Biochim Biophys Acta* 1986; 884:166-171.
17. Parmley R, Barton J, Conrad M. Ultrastructural localization of transferrin, transferrin receptor, and iron binding sites on human placental and duodenal microvilli. *Brit J Haemat* 1985; 60:81-89.
18. Bezwoda W, MacPhail A, Bothwell T, Baynes R, Derman D, Torrance J. Failure of transferrin to enhance iron absorption in achlorohydric human subjects. *Br J Haemat* 1986; 63:749-752.
19. Conrad M, Umbreit J, Moore E. Rat duodenal iron binding protein mobilferrin is a homologue of calreticulin. *Gastroenterology* 1993; 104:1700-1704.
20. Conrad M, Umbreit J, Peterson R, Moore E, Harper K. Function of integrin in duodenal mucosal uptake of iron. *Blood* 1993; 81:517-521.
21. Conrad M, Umbreit J, Moore E, Uzel C, Berry M. Alternative iron transport pathway. *J Biol Chem* 1994; 269:7169-7173.
22. Disler P, Linch S, Charlton R, Bothwell T, Torrance J, Sayers M. The mechanism of inhibition of iron absorption by tea. *S Afr J Med Sci* 1973; 40: 109-116.
23. Forth W, Rummel W. Iron absorption. *Fisiol Rev* 1973; 53:724-792.
24. Gillooly M, Bothwell T, Torrance J, MacPhail A, Derman D, Bezwoda W, Charlton R, Mayet F. The effect of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Brit J Nutr* 1983; 49: 331-342.
25. Brune M, Rossander L, Hallberg L. Iron absorption and phenolic compounds: importance of different phenolic structures. *Eur J Clin Nutr* 1989; 43:547-558.
26. Lynch S, Beard J, Dassenko S, Cook J. Iron absorption from legumes in humans *Am J Clin Nutr* 1984; 40:42-47.
27. Disler P, Lynch S, Charlton R, Bothwell T. The effect of tea on iron absorption. *Gut* 1975; 16: 193-200.
28. Hallberg L. Bioavailability of dietary iron in man. *Ann Rev Nutr* 1981; 1:123-147.
29. Layrisse M, Martínez-Torres C, González M. Measurement of the total daily dietary absorption by the extrinsic tag model. *Am J Clin Nutr* 1974; 27:152-162.
30. Morck T, Linch S, Cook J. Inhibition of food iron absorption by coffee. *Am J Clin Nutr* 1983; 37:416-420.
31. Elwood P, Newton D, Eakins J, Brown D. Absorption of iron from bread. *Am J Clin Nutr* 1968; 21:1162-1169.
32. Cook J, Dassenko S, Wittaker P. Calcium supplementation: effect on iron absorption. *Am J Clin Nutr* 1991; 53:106-111.
33. Rossander-Hulten L, Brune M, Sandstrom B, Lönnerdal B, Hallberg L. Competitive inhibition of iron absorption by manganese and zinc in humans. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:152-156.
34. Monsen E, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted D, Cook J, Mertz W, Finch C. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr* 1978; 31:131-141.
35. Sayers M, Linch S, Charlton R, Bothwell T, Walker R, Mayet F. The effect of ascorbic acid supplementation on the absorption of iron in maize, wheat and soy. *Brit J Haemat* 1973; 24:209-218.
36. Sayers M, Linch S, Charlton R, Bothwell T, Walker R, Mayet F. Iron absorption from rice meals cooked with fortified salts. *Brit J Nutr* 1974; 31:367-375.
37. Layrisse M, Martínez-Torres C, Leets I, Taylor P, Ramírez J. Effect of histidine, cysteine, glutathione and beef on iron absorption in man. *J Nutr* 1984; 114:217-223.
38. Martínez-Torres C, Layrisse M. Iron absorption from veal muscle. *Am J Clin Nutr* 1971; 24:521-540.
39. Martínez-Torres C, Romano E, Layrisse M. Effect of cysteine on iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:322-328.
40. World Health Organization Technical Report. Indicators and strategies for iron deficiency and anaemia programs. Report of a WHO commission. World Health Organization, Geneva, 1993.

41. Viteri F. The consequences of iron deficiency and anemia in pregnancy on maternal health, the foetus and the infant. *SCN news* 1994; 11:14-17.
42. Suharno D, West C, Muhial K, Hauvast J. Supplementation with vitamin A and iron for nutritional anaemias in pregnant women in west Java, Indonesia. *Lancet* 1993; 342:1325-1328.
43. Agüero O, Layrisse M. Megaloblastic anemia of pregnancy in Venezuela. *Am J Obst Gynec* 1958; 76:903-908.
44. Roche M, Layrisse M. The nature and causes of hookworm anemia. *Am J Trop Med Hyg* 1966; 15:1031-1102.
45. Diez-Ewald M, Molina R. Iron and folic acid deficiency during pregnancy in western Venezuela. *Am J Trop Med* 1972; 21:587-591.
46. Diez-Ewald M, Fernández G, Negrete E. Reserva de hierro en poblaciones de clase pobre en Maracaibo. *Investigación clínica* 1983; 24:69-82.
47. International Anemia Consultive Group (INACG). The effect of cereals and legumes on iron availability. The Nutrition Foundation. New York and Washington. 1982; p 16-22.
48. World Health Organization Technical Report. Nutritional anemias. Report of a WHO commission. Series 405, World Health Organization, Geneva, 1968.
49. International Anemia Consultive Group (INACG). Guidelines for the eradication of iron deficiency anemia. A report of the International Nutritional Anemia Consultive Group. The Nutrition Foundation. New York and Washington. 1977; p 1-29.
50. Layrisse M, Chavez JF, Méndez-Castellano H, Bosch V, Tropper E, Bastardo B, González E. Early response to the impact of iron fortification in the Venezuelan population. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:903-907.
51. Taylor P, Méndez-Castellano H, López-Blanco M, Jaffé W, Fossi M, Jiménez M, Martínez-Torres C, Leets I, Layrisse M. Relación entre la prevalencia de deficiencia de hierro en niños y adolescentes pertenecientes a estratos socioeconómicos bajos de la población venezolana y la dieta que consumen. En: Simposio Internacional sobre la familia y el niño Iberoamericano y del Caribe. Fundacredesa Eds. Caracas 1991; p 323-336.
52. Taylor P, Martínez-Torres C, Méndez-Castellano H, Bosch V, Leets I, Tropper E, Layrisse M. The relationship between iron deficiency and anemia in children of Venezuela. *Am J Clin Nutr* 1993; 58:215-218.
53. Instituto Nacional de Nutrición. Hojas de balance de alimentos. INN. Caracas, 1991.
54. Layrisse M, García-Casal M, Solano L, Barón M, Arguello F, Llovera D, Ramírez J, Leets I, Tropper E. The role of vitamin A on the inhibitors of nonheme iron absorption. Preliminary results. *J Nutr Biochem* 1997; 8:61-67.
55. Roche Laboratories. Vitamin A. En: *Vitamins. Basics*. p1-14. F. Hoffmann-La Roche Ltd, Basel, Switzerland, 1994.
56. García-Casal M, Layrisse M, Solano L, Barón M, Arguello F, Llovera D, Ramírez J, Leets I, Tropper E. A new property of vitamin A. Preliminary results. En prensa *J Nutr*.
57. Sommer A, Katz J, Tarwotjo I. Increased risk of respiratory disease and diarrhea in children with pre-existing mild vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1984; 40:1090-1095.
58. Rahmathullah L, Underwood B, Thulasiraj R, Milton R. Diarrhea, respiratory infections, and growth are not affected by a weekly low-dose vitamin A supplement: a masked controlled field trial in children in south India. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:568-577.
59. Linder M. Nutrition and metabolism of vitamins. En: *Nutritional biochemistry and metabolism with clinical applications*. Elsevier Science Publishing Company. New York, 1991; p 153-161.
60. Beutler E, Fairbanks V. The effects of iron deficiency. En: *Iron in biochemistry and medicine*. Jacobs A, Worwood M (eds). Academic Press. London, 1980; p 393.
61. Dallman P. Manifestations of iron deficiency. *Semin Hematol* 1982; 19: 19-30.
62. Gardner G, Edgerton R, Senewiratne B, Barnad J, Ohira Y. Physical work capacity and metabolic stress in subjects with iron deficiency anemia. *Am J Clin Nutr* 1977; 30:910-917.
63. Cook J, S Lynch S. The liabilities of iron deficiency. *Blood* 1986; 68:803-809.
64. Strauss R. Iron deficiency, infections and immune function: a reassessment. *Am J Clin Nutr* 1978; 31:660-666.
65. Weinberg E. Infection and iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 1977; 30:1485-1490.

Recibido: 14-01-1997

Aceptado: 31-03-1998

Estimación de talla y peso en niños de 9 a 14 años a partir de la altura de la rodilla y de la circunferencia media del brazo

Mercedes Marquez Acosta, Rafael D. Yépez Rivas, Carmen E. Rivas de Yépez, Rosalía S. de Naranjo, Guillermo Ramos, Manuel Rincón Silva, Naika Díaz, Milagros Pontiles

Universidad de Carabobo y Unidad de Investigaciones en Nutrición
(Universidad de Carabobo- IVSS-Fundación Cavendes)

RESUMEN. En algunos individuos con limitaciones funcionales y/o en ciertas áreas de trabajo, la determinación precisa de talla y peso presenta dificultades. Existe sin embargo, la alternativa de estimar estas variables a través de mediciones de segmentos corporales como la altura de la rodilla (AR) y la circunferencia media del brazo (CMB). En una muestra de 113 niños venezolanos de ambos sexos, clínicamente normales, de edades entre 9 y 14 años, se evaluaron las ecuaciones sugeridas por los Laboratorios Ross para estas estimaciones. Se evidenció la necesidad de ajustar estas ecuaciones a la población en estudio mediante análisis de regresión múltiple. Esto permitió generar tablas de talla y peso estimados a partir de AR y CMB para niños venezolanos.

Palabras clave: Altura de la rodilla, circunferencia media del brazo, peso estimado, talla estimada.

SUMMARY. Estimating stature and body weight from knee height and mid arm circumference for children 9 to 14 years old. Some individuals with functional limitations or in some clinical or field areas have troubles to get stature and body weight measurement done. It does exist the alternative of estimating these variables from measurements of body segments like knee height (KH) and mid arm circumference (MAC). Of a sample of 113 healthy Venezuelan children, both sexes, 9 to 14 years of age, equations suggested by Ross Laboratories for estimating stature and body weight were applied. It was concluded that the need for an adjustment was evident which done using multiple regression analysis. This allowed us to generate estimated stature and weight by KH and MAC tables, for Venezuelan children.

Key words: Knee height, mid arm circumference, estimated stature, estimated body weight

INTRODUCCION

La talla y el peso son dos variables esenciales en la evaluación nutricional por antropometría, para el cálculo de requerimientos calóricos, de macro y micronutrientes, necesidades hídricas, dosificación de medicamentos, etc., pero en ciertos individuos o grupos es difícil determinarlas con precisión como es el caso de sujetos con deformaciones de columna, imposibilidad para mantenerse de pie y/o deambular, que están confinados a la cama por su estado de salud o por estar sometido a procedimientos terapéuticos, o en ocasiones donde no se dispone de los instrumentos adecuados necesarios.

Existe la alternativa de hacer estimación de estas variables a partir de medidas fáciles de determinar con una molestia mínima o inexistente para el paciente y mediante instrumentos sencillos como cinta métrica y un calibrador de tipo deslizante para la altura de la rodilla, instrumento que es accesible tanto en costo como en manejo para cualquier servicio de hospitalización.

La estimación de la altura de la rodilla, de la media brazada y de la longitud total del brazo, han sido utilizadas en poblaciones de adultos y de ancianos en diferentes estudios para la estimación de talla (1-6) mediante ecuaciones como las de

Chumlea y col. (7) y Crockram y Baumgarten (8), con estimaciones de talla que tienen diferencias hasta de $\pm 2,3$ centímetros de la talla real.

Los Laboratorios Ross (Columbus, Ohio, División de Abbott, U.S.A.), uno de los fabricantes de los calibradores deslizables, estudiando individuos de ambos sexos, raza blanca y negra y entre 6 y 80 años han sugerido fórmulas para estimación de talla a partir de la altura de la rodilla y de peso con la incorporación de la circunferencia media del brazo, de acuerdo al trabajo de Chumlea y col. (7).

En vista de que no hemos encontrado referencias nacionales en la población infantil acerca de la estimación de talla y peso a partir de la altura talón rodilla y circunferencia media del brazo, nos planteamos este estudio con la finalidad de hacer validación de la metodología sugerida por los Laboratorios Ross.

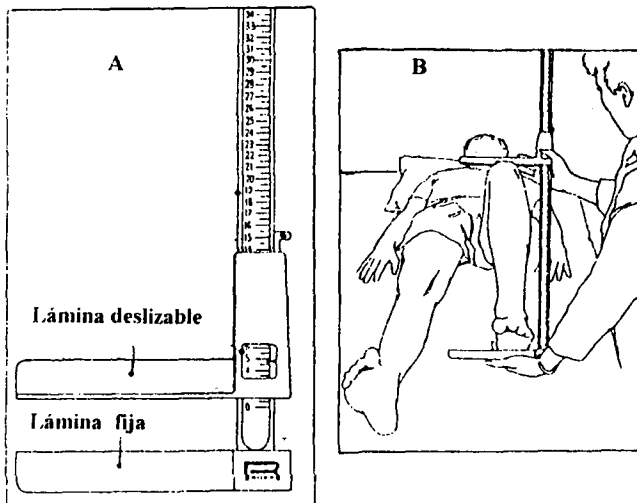
MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 113 niños entre 9 y 14 años (58 niños y 55 niñas) de un Colegio de la zona Norte de la ciudad de Valencia, catalogados según el método de estratificación socioeconómica entre estrato III y II (9) clínicamente normales, sin patologías aparentes para el momento del estudio y sin condiciones que

puvieran interferir en la toma de medidas. Se incluyeron en el estudio sólo aquellos niños con peso para la talla y talla para la edad dentro de la normalidad según tablas nacionales (Fundacredesa-Proyecto Venezuela). Se determinó talla y peso reales usando un tallímetro y balanza convencionales y debidamente calibrados; la altura de la rodilla (AR) en la posición sentada con un calibrador deslizante (Laboratorios Ross) y la circunferencia media del brazo con una cinta métrica.

El calibrador para medir la altura talón-rodilla consiste de una lámina rígida, liviana, de 80 centímetros de largo con dos hojas perpendiculares a ésta, una fija al extremo y otra deslizante a lo largo de la lámina formando un ángulo recto con la anterior. La lámina larga tiene una escala graduada de 0 a 69 centímetros (con incrementos de 0,1 cm) que proporciona la altura entre el talón y la rodilla (Figura 1A).

FIGURA 1
Calibrador para la altura de la rodilla



La toma de medida fue realizada con el sujeto acostado o sentado y con la pierna levantada, doblando la rodilla y el tobillo izquierdo en un ángulo de 90 grados, rectificando el referido ángulo con las escuadras que posee el instrumento. Mediante la colocación de la hoja fija debajo del tobillo y presionando suavemente la lámina deslizante hacia abajo contra el muslo unos 2 centímetros por detrás de la patela (Figura 1B) es realizada la lectura sobre la escala del instrumento. El resultado es el promedio de dos mediciones consecutivas de la altura talón-rodilla de la pierna izquierda, siempre y cuando la diferencia entre una y otra medida no sea mayor de 0,5 cm.

Análisis estadístico

Se calcularon descriptivos para la talla real (TR), peso real (PR) para ambos sexos. La estimación de talla y peso (TE y

PE respectivamente) fue realizada mediante las ecuaciones sugeridas por los Laboratorios Ross, enunciadas a continuación:

-Para niños:

$$TE = [AR (\text{cm}) \times 2,22] + 40,54 \quad (1)$$

$$PE = [AR (\text{cm}) \times 0,68] + [CMBI (\text{cm}) \times 2,64] - 50,08 \quad (2)$$

-Para niñas:

$$TE = [AR (\text{cm}) \times 2,15] + 43,21 \quad (3)$$

$$PE = [AR (\text{cm}) \times 0,77] + [CMBI (\text{cm}) \times 2,47] - 50,06 \quad (4)$$

Con la finalidad de evaluar la diferencia entre medias de talla y peso reales y estimados, se aplicó el test t-student para muestras pareadas. Se aplicó análisis de regresión múltiple para el ajuste de las ecuaciones aplicadas a la población en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados muestran diferencias significativas ($0 < 0,0001$) entre las medias de talla real y estimada y peso real y estimado según fórmulas 1,2,3 y 4 en ambos sexos (Tabla 1). De los resultados obtenidos se evidenció la necesidad de ajustar para la población en estudio las ecuaciones 1,2,3 y 4 mediante el análisis de regresión múltiple (10 y 11).

TABLA 1
Comparación entre medias de talla y pesos reales y estimados para niños en edades entre 9 a 14 años

| | Varones Real | Ecuación Ross | p | Hembras Real | Ecuación Ross | p |
|------------|-----------------|---------------|---------|-----------------|---------------|-------|
| Talla (cm) | 152,34±12,94 | 148,45±11,23 | 0,0000 | 150,34±10,11 | 146,21±8,3 | 0,378 |
| Peso(kg) | 45,51±15,40 | 43,44±12,15 | 0,00405 | 44,83±12,93 | 42,76±11,02 | 0,695 |

Prueba: t-student

Los resultados de los análisis de regresión múltiple realizados se muestran en las Tablas 2 y 3, donde se obtuvieron las ecuaciones.

-Para niños:

$$TE \text{ varones} = (AR \times 2,47) + 32,09 \quad (5)$$

$$PE \text{ Varones} = (AR \times 1,25) + 2,76 (CMB) - 78,49 \quad (7)$$

-Para niñas:

$$TE \text{ hembras} = (AR \times 2,51) + 30,24 \quad (6)$$

$$PE \text{ Hembras} = (AR \times 1,18) + (CMB \times 2,14) - 62,12 \quad (8)$$

TABLA 2

Ecuaciones para estimar la talla a partir de la altura de la rodilla (AR) en niños en edades entre 9 y 14 años

| | gL | Constante a | r | r ² | Coef. b | SEE | F | Durbin Watson |
|---------|--------|-------------|-------|----------------|---------|------|--------|---------------|
| Varones | 1 y 56 | 32,09 | 0,967 | 0,936 | 2,47 | 3,31 | 816,91 | 2,08 |
| Hembras | 1 y 53 | 30,24 | 0,965 | 0,93 | 2,51 | 2,69 | 709,93 | 1,86 |

SEE: error estándar del estimado por regresión
p: 0,0000

TABLA 3

Ecuaciones para estimar el peso a partir de la altura de la rodilla (AR) y de circunferencia media del brazo (CMB) en niños en edades entre 9 y 14 años

| | gL | Constante a | r | r ² | Coef. b AR | Coef. b CMB | SEE | F | Durbin Watson |
|---------|--------|-------------|------|----------------|------------|-------------|------|--------|---------------|
| Varones | 2 y 55 | -78,49 | 0,96 | 0,92 | 1,25 | 2,76 | 4,31 | 337,21 | 2,07 |
| Hembras | 2 y 52 | -62,12 | 0,95 | 0,91 | 1,18 | 2,14 | 3,64 | 254,68 | 1,83 |

SEE: error estándar del estimado por regresión
p: 0,0000

Finalmente, utilizando las nuevas ecuaciones se generaron tablas de talla y peso estimados para cada sexo (Tablas 4, 5 y 6).

El parámetro altura de la rodilla estuvo altamente correlacionado con la talla en ambos sexos (0,97). Igualmente se presentaron correlaciones elevadas entre peso y circunferencia media del brazo (0,90 y 0,89) y entre peso y altura de la rodilla (0,78 y 0,76) en los varones y hembras respectivamente. La disparidad entre los coeficientes de las ecuaciones de los Laboratorios Ross y los de las ecuaciones ajustadas en este estudio pueden ser atribuibles a la diferente procedencia geográfica y composición étnica de las muestras y a las diferencias en cuanto a la distribución y rangos de talla y peso, puesto que los Laboratorios Ross utilizaron una población norteamericana y con un rango de edades (entre 6 y 18 años) más amplio que la muestra del presente estudio (entre 9 y 14 años).

Aplicando las ecuaciones derivadas para estimar la talla y el peso en ambos sexos, se logró estimar la talla con un error estándar de 3,31 y 2,69 y el peso con 4,31 y 3,64 para varones y hembras respectivamente. En la determinación de las ecuaciones 5, 6, 7 y 8 se observó que el 90% de las diferencias entre valores observados y estimados (residuos) se encuentran para la talla entre -3,84 y 4,88 en las hembras y entre -4,51 y 6,03 en los varones. En relación al peso, el 90% de los residuos se encuentra entre -7,67 y 6,44 en los varones y entre -5,63 y 6,65 en las hembras. La aceptación del grado de precisión en la estimación de estos parámetros depende del propósito de la misma. Así por ejemplo, cuando la talla y el peso estimados son utilizados para calcular el gasto energético, las diferencias hasta de 5 centímetros en talla y 5 kg en peso pueden alterar el

cálculo energético por la ecuación de Harris Benedict (12) en menos del 10%.

TABLA 4

Talla estimada (cm) a partir de la altura de rodilla (cm) en niños de 9 a 14 años de edad

| Varones | | | | | |
|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| AR (cm) | Talla (cm) | AR (cm) | Talla (cm) | AR (cm) | Talla (cm) |
| 33 | 113,60 | 43 | 138,30 | 53 | 163,00 |
| 34 | 116,07 | 44 | 140,77 | 54 | 165,47 |
| 35 | 118,54 | 45 | 143,24 | 55 | 167,94 |
| 36 | 121,01 | 46 | 145,71 | 58 | 170,41 |
| 37 | 123,48 | 47 | 148,18 | 57 | 172,88 |
| 38 | 125,95 | 48 | 150,65 | 58 | 175,35 |
| 39 | 128,42 | 49 | 153,12 | 59 | 177,82 |
| 40 | 130,89 | 50 | 155,59 | 60 | 180,29 |
| 41 | 133,36 | 51 | 158,06 | 61 | 182,76 |
| 42 | 135,83 | 52 | 160,53 | 62 | 185,23 |

| Hembras | | | | | |
|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| AR (cm) | Talla (cm) | AR (cm) | Talla (cm) | AR (cm) | Talla (cm) |
| 33 | 113,07 | 43 | 138,17 | 53 | 163,27 |
| 34 | 115,58 | 44 | 140,68 | 54 | 165,78 |
| 35 | 118,09 | 45 | 143,19 | 55 | 168,29 |
| 36 | 120,60 | 46 | 145,70 | 56 | 170,80 |
| 37 | 123,11 | 47 | 148,21 | 57 | 173,31 |
| 38 | 125,62 | 48 | 150,72 | 58 | 175,82 |
| 39 | 128,13 | 49 | 153,23 | 59 | 178,33 |
| 40 | 130,64 | 50 | 155,74 | 60 | 180,84 |
| 41 | 133,15 | 51 | 158,25 | 61 | 183,35 |
| 42 | 135,66 | 52 | 160,76 | 62 | 185,86 |

Como conclusión, la ventaja de estimar tanto la talla como el peso a partir de la AR y CMB es que se requiere sólo de una cinta métrica y un calibrador, equipo de costo muy accesible. La única limitación es la precisión con que sean realizadas las mediciones y constituye una alternativa válida en niños o adultos en quienes no es posible una medición por técnicas estándar o se tiene el riesgo de baja precisión por limitaciones esqueléticas como flexiones en caso de parálisis cerebral u otras deformidades entre otras circunstancias.

Por tanto, proponemos como anexos a este trabajo las tablas generadas para estimar la talla a partir de la altura de la rodilla (Tabla 4) y de peso a partir de la altura de la rodilla y la circunferencia media del brazo para cada sexo (Tablas 5 y 6) para edades entre 9 y 14 años en la población venezolana. En la elaboración de las referidas tablas se utilizan los rangos de CMB entre percentil 10 y 90 según tablas de Fundacredesa-Proyecto Venezuela (13). Se sugiere ampliar la muestra y el rango de edades estudiadas para validar las ecuaciones ajustadas en este estudio y así proponer su uso generalizado a nivel nacional.

TABLA 5

Peso estimado en niños de 9 a 14 años a partir de la altura de la rodilla (AR) y la circunferencia media del brazo.
 Peso = -78,49 + 1,25 (AR) + 2,75 (CMB)

| AR (cm) | Circunferencia media del brazo (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 34 | 8,0 | 10,8 | 13,5 | 16,3 | 19,0 | 21,8 | 24,5 | 27,3 | 30,0 | 32,8 | 35,5 | 38,3 | 41,0 | 43,8 | 46,5 | 49,3 | 52,0 | 54,8 | 57,5 | 60,3 | 63,0 | 65,8 | 68,5 | 71,3 | 74,0 |
| 36 | 10,5 | 13,3 | 16,0 | 18,8 | 21,5 | 24,3 | 27,0 | 29,8 | 32,5 | 35,3 | 38,0 | 40,8 | 43,5 | 46,3 | 49,0 | 51,8 | 54,5 | 57,3 | 60,0 | 62,8 | 65,5 | 68,3 | 71,0 | 73,8 | 76,5 |
| 38 | 13,0 | 15,8 | 18,5 | 21,3 | 24,0 | 26,8 | 29,5 | 32,3 | 35,0 | 37,8 | 40,5 | 43,3 | 46,0 | 48,8 | 51,5 | 54,3 | 57,0 | 59,8 | 62,5 | 65,3 | 68,0 | 70,8 | 73,5 | 76,3 | 79,0 |
| 40 | 15,5 | 18,3 | 21,0 | 23,8 | 26,5 | 29,3 | 32,0 | 34,8 | 37,5 | 40,3 | 43,0 | 45,8 | 48,5 | 51,3 | 54,0 | 56,8 | 59,5 | 62,3 | 65,0 | 67,8 | 70,5 | 73,3 | 76,0 | 78,8 | 81,5 |
| 42 | 18,0 | 20,8 | 23,5 | 26,3 | 29,0 | 31,8 | 34,5 | 37,3 | 40,0 | 42,8 | 45,5 | 48,3 | 51,0 | 53,8 | 56,5 | 59,3 | 62,0 | 64,8 | 67,5 | 70,3 | 73,0 | 75,8 | 78,5 | 81,3 | 84,0 |
| 44 | 20,5 | 23,3 | 26,0 | 28,8 | 31,5 | 34,3 | 37,0 | 39,8 | 42,5 | 45,3 | 48,0 | 50,8 | 53,5 | 56,3 | 59,0 | 61,8 | 64,5 | 67,3 | 70,0 | 72,8 | 75,5 | 78,3 | 81,0 | 83,8 | 86,5 |
| 46 | 23,0 | 25,8 | 28,5 | 31,3 | 34,0 | 36,8 | 39,5 | 42,3 | 45,0 | 47,8 | 50,5 | 53,3 | 56,0 | 58,8 | 61,5 | 64,3 | 67,0 | 69,8 | 72,5 | 75,3 | 78,0 | 80,8 | 83,5 | 86,3 | 89,0 |
| 48 | 25,5 | 28,3 | 31,0 | 33,8 | 36,5 | 39,3 | 42,0 | 44,8 | 47,5 | 50,3 | 53,0 | 55,8 | 58,5 | 61,3 | 64,0 | 66,8 | 69,5 | 72,3 | 75,0 | 77,8 | 80,5 | 83,3 | 86,0 | 88,8 | 91,5 |
| 50 | 28,0 | 30,8 | 33,5 | 36,3 | 39,0 | 41,8 | 44,5 | 47,3 | 50,0 | 52,8 | 55,5 | 58,3 | 61,0 | 63,8 | 66,5 | 69,3 | 72,0 | 74,8 | 77,5 | 80,3 | 83,0 | 85,8 | 88,5 | 91,3 | 94,0 |
| 52 | 30,5 | 33,3 | 36,0 | 38,8 | 41,5 | 44,3 | 47,0 | 49,8 | 52,5 | 55,3 | 58,0 | 60,8 | 63,5 | 66,3 | 69,0 | 71,8 | 74,5 | 77,3 | 80,0 | 82,8 | 85,5 | 88,3 | 91,0 | 93,8 | 96,5 |
| 54 | 33,0 | 35,8 | 38,5 | 41,3 | 44,0 | 46,8 | 49,5 | 52,3 | 55,0 | 57,8 | 60,5 | 63,3 | 66,0 | 68,8 | 71,5 | 74,3 | 77,0 | 79,8 | 82,5 | 85,3 | 88,0 | 90,8 | 93,5 | 96,3 | 99,0 |
| 56 | 35,5 | 38,3 | 41,0 | 43,8 | 46,5 | 49,3 | 52,0 | 54,8 | 57,5 | 60,3 | 63,0 | 65,8 | 68,5 | 71,3 | 74,0 | 76,8 | 79,5 | 82,3 | 85,0 | 87,8 | 90,5 | 93,3 | 96,0 | 98,8 | 101,5 |
| 58 | 38,0 | 40,8 | 43,5 | 46,3 | 49,0 | 51,8 | 54,5 | 57,3 | 60,0 | 62,8 | 65,5 | 68,3 | 71,0 | 73,8 | 76,5 | 79,3 | 82,0 | 84,8 | 87,5 | 90,3 | 93,0 | 95,8 | 98,5 | 101,3 | 104,0 |
| 60 | 40,5 | 43,3 | 46,0 | 48,8 | 51,5 | 54,3 | 57,0 | 59,8 | 62,5 | 65,3 | 68,0 | 70,8 | 73,5 | 76,3 | 79,0 | 81,8 | 84,5 | 87,3 | 90,0 | 92,8 | 95,5 | 98,3 | 101,0 | 103,8 | 106,5 |

TABLA 6

Peso estimado en niñas de 9 a 14 años a partir de la altura de la rodilla (AR) y la circunferencia media del brazo.
 Peso = -62,12 + 1,18 (AR) + 2,14 (CMB)

| AR (cm) | Circunferencia media del brazo (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 34 | 12,2 | 14,4 | 16,5 | 18,7 | 20,8 | 22,9 | 25,1 | 27,2 | 29,4 | 31,5 | 33,6 | 35,8 | 37,9 | 40,1 | 42,2 | 44,3 | 46,5 | 48,6 | 50,8 | 52,9 | 55,0 | 57,2 | 59,3 | 61,5 | 63,8 |
| 36 | 14,6 | 16,7 | 18,9 | 21,0 | 23,2 | 25,3 | 27,4 | 29,6 | 31,7 | 33,9 | 36,0 | 38,1 | 40,3 | 42,4 | 44,6 | 46,7 | 48,8 | 51,0 | 53,1 | 55,3 | 57,4 | 59,5 | 61,7 | 63,8 | 66,0 |
| 38 | 17,0 | 19,1 | 21,2 | 23,4 | 25,5 | 27,7 | 29,8 | 31,9 | 34,1 | 36,2 | 38,4 | 40,5 | 42,6 | 44,8 | 46,9 | 49,1 | 51,2 | 53,3 | 55,5 | 57,6 | 59,8 | 61,9 | 64,0 | 66,2 | 68,3 |
| 40 | 19,3 | 21,5 | 23,6 | 25,7 | 27,9 | 30,0 | 32,2 | 34,3 | 36,4 | 38,6 | 40,7 | 42,9 | 45,0 | 47,1 | 49,3 | 51,4 | 53,6 | 55,7 | 57,8 | 60,0 | 62,1 | 64,3 | 66,4 | 68,5 | 70,7 |
| 42 | 21,7 | 23,8 | 26,0 | 28,1 | 30,2 | 32,4 | 34,5 | 36,7 | 38,8 | 40,9 | 43,1 | 45,2 | 47,4 | 49,5 | 51,6 | 53,8 | 55,9 | 58,1 | 60,2 | 62,3 | 64,5 | 66,6 | 68,8 | 70,9 | 73,0 |
| 44 | 24,0 | 26,2 | 28,3 | 30,5 | 32,6 | 34,7 | 36,9 | 39,0 | 41,2 | 43,3 | 45,4 | 47,6 | 49,7 | 51,9 | 54,0 | 56,1 | 58,3 | 60,4 | 62,6 | 64,7 | 66,8 | 69,0 | 71,1 | 73,3 | 75,4 |
| 46 | 26,4 | 28,5 | 30,7 | 32,8 | 35,0 | 37,1 | 39,2 | 41,4 | 43,5 | 45,7 | 47,8 | 49,9 | 52,1 | 54,2 | 56,4 | 58,5 | 60,6 | 62,8 | 64,9 | 67,1 | 69,2 | 71,3 | 73,5 | 75,6 | 77,8 |
| 48 | 28,8 | 30,9 | 33,0 | 35,2 | 37,3 | 39,5 | 41,6 | 43,7 | 45,9 | 48,0 | 50,2 | 52,3 | 54,4 | 56,6 | 58,7 | 60,9 | 63,0 | 65,1 | 67,3 | 69,4 | 71,6 | 73,7 | 75,8 | 78,0 | 80,1 |
| 50 | 31,1 | 33,3 | 35,4 | 37,5 | 39,7 | 41,8 | 44,0 | 46,1 | 48,2 | 50,4 | 52,5 | 54,7 | 56,8 | 58,9 | 61,1 | 63,2 | 65,4 | 67,5 | 69,6 | 71,8 | 73,9 | 76,1 | 78,2 | 80,3 | 82,5 |
| 52 | 33,5 | 35,6 | 37,8 | 39,9 | 42,0 | 44,2 | 46,3 | 48,5 | 50,6 | 52,7 | 54,9 | 57,0 | 59,2 | 61,3 | 63,4 | 65,6 | 67,7 | 69,9 | 72,0 | 74,1 | 76,3 | 78,4 | 80,6 | 82,7 | 84,8 |
| 54 | 35,8 | 38,0 | 40,1 | 42,3 | 44,4 | 46,5 | 48,7 | 50,8 | 53,0 | 55,1 | 57,2 | 59,4 | 61,5 | 63,7 | 65,8 | 67,9 | 70,1 | 72,2 | 74,4 | 76,5 | 78,6 | 80,8 | 82,9 | 85,1 | 87,2 |
| 56 | 38,2 | 40,3 | 42,5 | 44,6 | 46,8 | 48,9 | 51,0 | 53,2 | 55,3 | 57,5 | 59,6 | 61,7 | 63,9 | 66,0 | 68,2 | 70,3 | 72,4 | 74,6 | 76,7 | 78,9 | 81,0 | 83,1 | 85,3 | 87,4 | 89,6 |
| 58 | 40,6 | 42,7 | 44,8 | 47,0 | 49,1 | 51,3 | 53,4 | 55,5 | 57,7 | 59,8 | 62,0 | 64,1 | 66,2 | 68,4 | 70,5 | 72,7 | 74,8 | 76,9 | 79,1 | 81,2 | 83,4 | 85,5 | 87,6 | 89,8 | 91,9 |
| 60 | 42,9 | 45,1 | 47,2 | 49,3 | 51,5 | 53,6 | 55,8 | 57,9 | 60,0 | 62,2 | 64,3 | 66,5 | 68,6 | 70,7 | 72,9 | 75,0 | 77,2 | 79,3 | 81,4 | 83,6 | 85,7 | 87,9 | 90,0 | 92,1 | 94,3 |

REFERENCIAS

- Chumlea WC, Roche AF and Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 of age. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33, 116-121.
- Mitchell CQ, Lipstchitz DA. Arm length as an alternative to height in nutritional assesment of the erderly. *JPEN* 6, 1982; 226-9.
- Roubenoff R and Wilson P. Advantage of knee height over height as an index of stature in expression of body composition in adults. *Am J Clin Nutr* 1993; 57, 609-13.
- Villegas de P J. Estimación de la talla real a partir de la media brazada y de la altura de la rodilla en el anciano. *Arch Latinoamer Nutr* 1994; 44: 3, 17S.
- Stevenson RD. Use of segmental measures to estimate stature in children with cerebral palsy. *Arch Pediatr Adolesc med* 1995; 149:6, 658-62.
- Angel-Arango LA and Zamora-J JE. The prediction of size from knee enternal malleolus distance. *Nutr Hosp* 1995; 10: 4, 199-205.
- Chumlea WC, Guo SS and Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. *J Am Diet Assoc.* 1994; 94: 12, 1385-8.
- Crokram DB, Baumgarten RN. Evaluation of accuracy and reliability of calipers for measuring recumbent knee height in elderly people. *Am J Clin Nutr* 1990; 52, 397-400.
- Méndez-Castellano H. Estratificación y biología humana. Método Graffar modificado. *Arch Ven Puer Ped.* 1986; 49, 93-103.
- Drapper NR and Smith H. Applied regresion analysis. New York. Wiley. 2nd Ed. 1981.
- Mendenhall W. Estadística para Administradores. Editorial Iberoamericana S A. México, 1990; p. 630.
- Walker WA and Hendricks RD. Estimation of energy needs. In *Manual of Pediatric Nutrition*. Philadelphia. W.B. Saunders Company, 1985; p. 52.
- Méndez-C H, López-B M, Landaeta-J M, Noguera C y García E. Tablas de variables antropométricas. Fundacredesa Proyec-to Venezuela. 1993-1994.

Recibido: 11-11-1996

Aceptado: 03-07-1998

Evaluación antropométrica y rendimiento escolar en estudiantes de educación media de Valparaíso, Chile¹

Triana Andrea Toro Diaz, Atilio Aldo Almagia Flores, Daniza María Ivanovic Marincovich

Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)

RESUMEN. El propósito de este estudio es determinar la relación entre el estado nutricional y rendimiento escolar (RE). El universo en estudio estuvo conformado por 1498 alumnos de educación media de la ciudad de Valparaíso, Quinta Región de Chile. Se seleccionó una muestra representativa de 165 alumnos de establecimientos municipalizados, que formaban parte del programa de mejoramiento de la calidad de la educación (MECE). El nivel socioeconómico (NSE) se determinó a través de la escala de Graffar modificada. El estado nutricional se evaluó mediante mediciones de peso (P), talla (T), circunferencia craneana (CC), perímetro braquial (PB) y pliegue cutáneo tricípital (PCT). El RE se determinó mediante un test de castellano (REC) y matemáticas (REM), los cuales fueron sometidos a pruebas estadísticas para su validez y confiabilidad. El análisis estadístico de los datos incluyó análisis de varianza, correlación, regresión múltiple y chi-cuadrado. Los resultados mostraron que la CC es el parámetro antropométrico que tiene la mayor asociación con el RE total (REC + REM), en los escolares que egresan del sistema educacional ($r^2=0,7697$), mayor en REC ($r^2=0,9258$), que en REM ($r^2=0,5268$), con un riesgo relativo RR=1,97. Al respecto, se observó que el 75% de los alumnos que presentaron valores de Z CC bajo la mediana, obtuvieron bajo RE. Siendo la CC un indicador directo de la historia nutricional del educando e indirecto del desarrollo cerebral, estos hallazgos incrementan el campo del conocimiento en el área y ponen de manifiesto la necesidad de realizar nuevas investigaciones relativas a las interrelaciones RE-desarrollo cerebral.

Palabras clave: Evaluación nutricional, educación, estado nutricional, estudiantes, rendimiento escolar.

INTRODUCCION

Por décadas ha existido gran preocupación en el ámbito educacional y de salud, respecto al estado nutricional de los educandos y su relación con rendimiento escolar. Sin embargo, es necesario señalar que el estado nutricional no es el único factor que condiciona el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que existen variables psicológicas, biológicas y sociales que pueden ser codeterminantes directas o indirectas, tanto del estado nutricional, como de los logros escolares. Por ello, es un tema de constante interés, debido principalmente a la escasez de investigaciones nacionales e internacionales regis-

SUMMARY. **Anthropometric assessment and school achievement in school-age children from high school in Valparaiso, Chile.** The purpose of this study was to determine the interrelationship between nutritional status and scholastic achievement (SA). The total population included 1,488 high school students from Valparaíso, City, V Region of Chile. A representative sample of 165 school-age children was chosen from public schools in which the Improvement Education Quality Program (MECE) from the Ministry of Education of Chile was tried. Socioeconomic status (SES) was measured by means of the Graffar's modified method. Nutritional status was assessed through anthropometric measurements of weight (W), height (T), head circumference (HC), arm circumference (AC) and triceps skinfold (TS). SA was determined by a language (SAL) and mathematics (SAM) test. Statistical analysis included analysis of variance, correlation multiple regression and chi-square. Results showed that HC is the anthropometric parameter with the greatest explanatory power in SA variance, in high school graduates ($r^2=0,7697$), both SAL ($r^2=0,9258$) and SAM ($r^2=0,5268$), with a RR= 1,97. In this respect, 75% of school children with Z-HC values below median obtained a low percentage of achievement in the SA test. Considering that HC is a direct indicator of nutritional background and indirect indicator of brain development, these findings increase the knowledge in this area and reveal the need to carry out further research related to the interrelationship SA-brain development.

Key words: Nutrition assessment, education, nutritional status, students, educational achievement.

tradas en esta área.

En Chile, se han efectuado algunas investigaciones tendientes a evaluar las interrelaciones entre el rendimiento escolar y el estado nutricional de los escolares, verificándose una asociación significativa con la historia nutricional del educando; de esta forma, los escolares que obtienen bajo rendimiento escolar, presentan una historia nutricional muy

1. Financiado mediante Grant No 122707/1995 de la Dirección General de Investigación y Postgrado (DGI), Universidad Católica de Valparaíso.

negativa, expresada como desnutrición, talla baja y perímetro cefálico subóptimo, a la vez que presentan ingestas alimentarias deficientes, hábitos alimentarios inadecuados, mayor prevalencia de signos clínicos de malnutrición, unido a una deteriorada situación socioeconómica, sociocultural y familiar (1-6).

En lo que respecta a las relaciones entre indicadores antropométricos y el rendimiento escolar, en Chile se ha descrito que el perímetro cefálico es el parámetro antropométrico más relevante en su asociación con los logros académicos del educando, especialmente en quienes egresan de la educación media, por lo cual la selectividad del sistema educacional, al parecer, operaría en base al perímetro cefálico, ya que los escolares con circunferencias craneanas bajo el promedio, disminuyen significativamente a lo largo del sistema educacional; observándose el caso opuesto, para la desnutrición y el retraso estatural (5,7). Igualmente, se ha descrito que el parámetro antropométrico más sensible de alterarse en condiciones de malnutrición acaecida durante los dos primeros años de vida, es el perímetro cefálico, indicador directo de la historia nutricional e indirecto, del desarrollo cerebral (8-12)

Por las consideraciones expuestas, el propósito fundamental de esta investigación es estimar la relación entre el estado nutricional y el rendimiento escolar, de estudiantes de educación media de la ciudad de Valparaíso, capital de la Quinta Región de Chile, pertenecientes a establecimientos educacionales municipalizados, que forman parte de un plan piloto del programa de mejoramiento de la calidad de la educación (MECE), implementado por el Ministerio de Educación de Chile, con el objeto de aportar nuevos antecedentes cuya utilidad apunte a mejorar la calidad de la vida y la protección del capital humano desde las edades más tempranas.

MATERIAL Y METODO

Selección de la muestra: El Ministerio de Educación, implementó un programa de mejoramiento de la calidad de la Educación en 120 liceos de todo Chile; de ellos 12 pertenecen a la Quinta Región y 3 a la ciudad de Valparaíso, capital de la Quinta Región. El universo en estudio estuvo constituido por 1498 alumnos de Educación Media, pertenecientes a I y hasta IV año medio, de liceos seleccionados por el Ministerio Regional de Educación para la aplicación del Programa Piloto de Mejoramiento de la Educación Media, como parte del MECE. Para llevar a cabo la elección de los estudiantes se contó con el listado de cada curso y se les asignó una enumeración correlativa según sexo y nivel estudiantil. Mediante una tabla de números aleatorios se hizo la elección. Se seleccionó una muestra representativa de 165 alumnos, 11% de la población general de estudiantes incorporados en el Plan Piloto, muestra que fue calculada con un 95% de confiabilidad y 5% de error. El estudio en terreno se efectuó durante el

período 1995-1996. Cuando algún alumno no estaba disponible debido a su retiro del establecimiento, posterior a la información que se disponía, se procedió a incorporar al alumno de igual sexo inmediatamente superior o en su defecto al inmediatamente inferior en la lista del curso. La edad promedio de los escolares fue de 15,9 + 1,4 años (rango entre 14 y 20 años).

Nivel socioeconómico (NSE): El NSE se determinó mediante la escala de Graffar Modificado, la cual considera el nivel de escolaridad y ocupación del jefe del hogar y vivienda (calidad, tenencia, abastecimiento de agua, eliminación de excretas y bienes del hogar) (13). Permite categorizar la muestra en 6 categorías: NSE alto-alto; 2 NSE medio-alto; 3 NSE medio; 4 NSE medio bajo; 5 NSE bajo-bajo y 6 miseria. Se considera NSE alto a la unión de las categorías 1+2, NSE medio a la categoría 3 y NSE bajo, a la unión de las categorías 4+5+6. En este estudio la muestra se agrupó en cuatro estratos: NSE medio-alto (1+2); NSE medio (3); NSE medio bajo (4) y NSE bajo-bajo (5+6), de acuerdo a las normas de la mencionada escala.(13).

Estado nutricional: El estudio antropométrico incluyó mediciones de los siguientes parámetros: peso (P), talla (T), circunferencia craneana (CC), perímetro braquial (PB) y pliegue cutáneo tricipital (PCT). Las mediciones de P y T se compararon con las Tablas del National Center for Health Statistics, adoptadas por la OMS, (1980) (14), expresándose los indicadores P/E y T/E en puntaje Z. El indicador P/T se expresó como % de adecuación según las Tablas de la OMS (1980) (14), para los escolares de sexo masculino y femenino cuyas tallas no excedían de 145 cm y 137 cm, respectivamente. Para los escolares con tallas superiores, el %P/T se calculó mediante las Tablas de Baldwin (15). El índice de masa corporal (IMC) se calculó de acuerdo a las normas de Garrow (16). La circunferencia craneana (CC) se comparó con las tablas de Tanner, Nellhaus, Roche y cols e Ivanovic y cols. (17-20) y se expresó como porcentaje de adecuación a la media y como puntaje Z. En lo referente a antropometría braquial, se determinaron los siguientes indicadores: % perímetro braquial/edad, % pliegue cutáneo tricipital /edad, % área magra braquial/edad y % área grasa braquial/edad, utilizando como estándares los establecidos por Frisancho (21).

Estudio de rendimiento escolar (RE): El RE se evaluó en base a un test de Castellano y Matemáticas, para cada uno de los cursos de educación media, basado en los objetivos específicos contemplados en los programas oficiales de estudio del Ministerio de Educación de Chile, para la educación media, en las respectivas asignaturas (22). La validez de contenido del test está basada en los objetivos curriculares contemplados en los programas de estudio que para la educación media, ha formulado el Ministerio de Educación, por los cuales se rigen todos los establecimientos educacionales del país (22), además de someterse a jueces. Se confeccionó una tabla de especificaciones, de objetivos específicos versus

contenidos. Se efectuó un test piloto en 40 escolares de cada curso, en donde la fiabilidad se determinó por la correlación de Spearman con la corrección Spearman-Brown, siendo igual o superior a 0,80 en todos ellos, al comparar las preguntas pares con las impares. La consistencia ítem-test se determinó mediante la correlación de Pearson, entre el puntaje total y el acierto o no, en la respectiva pregunta, siendo igual o superior a 0,25 en todas las preguntas seleccionadas (23). Todas las preguntas con correlaciones inferiores a 0,25 se rechazaron. Se utilizó la correlación de Pearson, porque además de ser una estimación de la fiabilidad, permitía en lo particular, establecer el grado de discriminación del test, con mayor exactitud que la correlación biserial (23). Los resultados se expresaron como % de respuestas correctas tanto en el rendimiento escolar total (castellano+matemáticas) (RE), en castellano (REC) y en matemáticas (REM).

Análisis estadístico: El análisis estadístico de los datos incluyó análisis de varianza, correlación, regresión múltiple, test de Scheffe para comparación de medias, y chi-cuadrado (23). Los datos fueron procesados mediante el sistema SAS (Statistical Analysis System) (24). Además, se analiza la información en base al enfoque de riesgo, recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (25).

RESULTADOS

Características socioeconómicas y socioculturales

La Tabla 1 describe las condiciones socioeconómicas y socioculturales de la muestra de escolares de educación media de la Quinta Región de Chile. El 4,8% de los estudiantes pertenecía a NSE medio-alto, 34,6% a NSE medio, 55,8% a NSE medio-bajo y 4,8% a NSE bajo. En lo que respecta a la persona que ejerce el cargo de jefe del hogar, en el 75,0% de los hogares de NSE medio-alto, este rol lo asume el padre, cifra que desciende a 37,5% en el NSE bajo. En este estrato socioeconómico, dicha función es desempeñada en el 62,5% de los hogares, por la madre u otra persona. Igualmente, es posible observar que en el NSE bajo, tanto en el jefe del hogar como en la madre, se constatan menores niveles de escolaridad y de ocupación y deterioradas condiciones de vivienda, tanto en la calidad, tenencia, saneamiento básico y bienes del hogar.

Estado nutricional

El comportamiento de los parámetros Z T y Z P, según edad, se muestra en la Tabla 2. Se encontró que el 57,4% de los escolares presentó talla normal, la cual disminuyó significativamente con la edad; por el contrario, el retraso estatural (moderado + severo), que afectó al 42,6% de la muestra aumentó significativamente con la edad, siendo el retraso moderado más prevalente entre los 16,0 y 16,9 años y el severo, entre 17,0 y 17,9 años ($p < 0,001$). En lo que respecta al parámetro ZP, aunque el 74,6% de los estudiantes presentó un peso normal respecto a su edad, la prevalencia de desnutrición fue de 20,1%, la cual aumentó con la edad.

TABLA 1
Condiciones socioeconómicas, socioculturales y demográficas de escolares de Educación Media según nivel socioeconómico. Valparaíso. Chile. 1995-1996

| Variables | Nivel Socioeconómico | | | Total | Total |
|--|----------------------|-----------|----------------|-------|-------|
| | Medio-Alto(8) | Medio(57) | Medio-Bajo(92) | | |
| -% de casos | | | | | |
| Jefe de Hogar | | | | | |
| Padre | 75,0 | 70,2 | 66,3 | 37,5 | 66,7 |
| Madre | - | 12,3 | 13,0 | 37,5 | 13,3 |
| Otra persona | 25,0 | 17,5 | 20,7 | 25,0 | 20,0 |
| Nivel de escolaridad del jefe del hogar | | | | | |
| Analfabetos | - | - | - | 16,6 | 0,7 |
| Básica incompleta | - | - | 25,6 | 66,7 | 16,5 |
| Básica completa y media incompleta | - | 23,2 | 59,8 | - | 40,8 |
| Media completa | - | 76,8 | 14,6 | 16,7 | 36,8 |
| Universitaria incompleta | 12,5 | - | - | - | 0,6 |
| Universitaria completa | 87,5 | - | - | - | 4,6 |
| Nivel de ocupación del jefe del hogar | | | | | |
| Cargos directivos | 12,5 | - | - | - | 0,6 |
| Empleado de gradación media | 50,0 | 3,5 | - | - | 3,6 |
| Empleados sin responsabilidad | 37,5 | 54,4 | 2,2 | - | 22,0 |
| Obreros no especializados | - | 42,1 | 73,6 | 12,5 | 56,1 |
| Cesante con auxilio de cesantía | - | - | 17,6 | 87,5 | 14,0 |
| Cesante sin auxilio de cesantía | - | - | 6,6 | - | 3,7 |
| Nivel de escolaridad de la madre | | | | | |
| Analfabeta | - | - | 1,1 | 14,2 | 1,3 |
| Básica incompleta | - | 5,5 | 35,2 | 57,2 | 24,0 |
| Básica completa y media incompleta | - | 50,9 | 46,6 | 14,3 | 44,3 |
| Media completa | 37,5 | 43,6 | 17,1 | 14,3 | 27,2 |
| Universitaria incompleta | 25,0 | - | - | - | 1,3 |
| Universitaria completa | 37,5 | - | - | - | 1,9 |
| Nivel de ocupación de la madre | | | | | |
| Cargos directivos | - | - | - | - | - |
| Empleadas de gradación media | - | 1,8 | - | - | 0,6 |
| Empleadas sin responsabilidad | 66,7 | 7,0 | 2,2 | - | 6,2 |
| Obreras no especializadas | - | 17,5 | 24,4 | 28,6 | 21,3 |
| Cesantes con y sin auxilio de cesantía | - | 1,8 | 7,8 | 42,8 | 6,9 |
| Dueñas de casa | 33,3 | 71,9 | 65,6 | 28,6 | 65,0 |
| Calidad de la vivienda | | | | | |
| De lujo | - | 5,3 | 2,3 | - | 3,1 |
| De buena calidad | 50,0 | 24,6 | 6,8 | - | 15,0 |
| Poblaciones construidas por empresas | | | | | |
| Autoconstrucción modesta | 50,0 | 26,6 | 6,8 | - | 15,0 |
| Mejora (con más de tres piezas) | - | 10,5 | 21,6 | 57,1 | 18,1 |
| | - | 3,5 | 19,3 | 28,6 | 13,1 |

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|
| Mejora (con menos de tres piezas) | - | - | 3,4 | - | 1,9 |
| Tenencia de la vivienda | | | | | |
| Propietarios | 62,5 | 73,2 | 64,8 | 42,9 | 66,7 |
| Arrendatarios | 37,5 | 23,2 | 24,2 | 28,6 | 24,7 |
| Usufructuarios | - | 3,6 | 8,8 | - | 6,2 |
| Allegados | - | - | 1,1 | - | 0,6 |
| Toma de sitio | - | - | 1,1 | 28,6 | 1,8 |
| Eliminación de excretas | | | | | |
| Con alcantarillado | 100,0 | 100,0 | 97,8 | 87,5 | 98,8 |
| Sin alcantarillado | - | - | 2,2 | 12,5 | 1,8 |
| Abastecimiento de agua potable | | | | | |
| Con agua potable | 100,0 | 100,0 | 98,9 | 87,5 | 98,8 |
| Sin agua potable | - | - | 1,1 | 12,5 | 1,2 |
| Bienes del hogar | | | | | |
| Televisor | | | | | |
| (blanco y negro) | 37,5 | 35,1 | 30,4 | 28,6 | 32,3 |
| Televisor color | 100,0 | 93,0 | 94,6 | 100,0 | 94,5 |
| TV cable | 62,5 | 49,1 | 39,1 | 14,3 | 42,7 |
| Equipo de video | 62,5 | 61,4 | 48,9 | 14,3 | 52,4 |
| Filmadora de video | 37,5 | 15,8 | 8,7 | - | 12,2 |
| Computador | 50,0 | 17,5 | 8,7 | - | 13,4 |
| Equipo modular | 75,0 | 91,2 | 71,4 | 57,1 | 78,1 |
| Lavadora | 100,0 | 89,5 | 85,9 | 71,4 | 87,2 |
| Refrigerador | 100,0 | 91,2 | 79,4 | 57,1 | 83,5 |
| Automóvil | 62,5 | 28,1 | 16,3 | - | 22,0 |
| Teléfono | 87,5 | 57,9 | 40,2 | 14,3 | 47,6 |
| Teléfono celular | 37,5 | 12,3 | 6,5 | 14,2 | 10,4 |
| Máquina de coser | 75,0 | 68,40 | 50,0 | 42,9 | 57,3 |
| Estufa | 62,5 | 80,7 | 66,3 | 28,6 | 69,5 |
| Aspiradora | 75,0 | 38,6 | 32,6 | 28,6 | 36,6 |

Nota. El número de casos se indica entre paréntesis.

TABLA 2

Estado nutricional Z peso y Z talla de escolares de educación media según edad. Valparaíso. Chile. 1995-1996

| Parámetros Antropométricos | Edad (años) | | | | Total |
|---|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | 14.0-14.9 | 15.0-15.9 | 16.0-16.9 | 17.0-17.9 | |
| —% de casos— | | | | | |
| Z Talla | | | | | |
| Retraso severo (< -2DE) | 0 | 6.9 | 10.0 | 15.6 | 9.0 |
| Retraso Moderado (-2DE - <-1DE) | 7.1 | 25.9 | 46.7 | 46.9 | 33.6 |
| Talla Normal (-1DE - +1DE) | 92.9 | 67.2 | 43.3 | 37.5 | 57.4 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Número de casos | (14) | (58) | (30) | (32) | (134) |
| Z Peso | | | | | |
| Desnutridos y en riesgo de desnutrir (< -1DE) | 7.1 | 17.2 | 23.4 | 28.1 | 20.1 |
| Eutrofia (-1DE - +1DE) | 92.2 | 77.6 | 70.0 | 65.6 | 74.6 |
| Sobrepeso (+1DE - +2DE) | 0.0 | 5.2 | 6.6 | 6.3 | 5.3 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Número de casos | (14) | (58) | (30) | (32) | (134) |

$X_0^2=17.112$ 3gl $p < 0.001$. Para el cálculo del X^2 se consideraron las categorías con retraso estatural y talla normal.

La Tabla 3 muestra el comportamiento de los parámetro % P/T e IMC. En lo que respecta al indicador % P/T se registró un 54,2% de eutrofia, 34,2% presentó sobrenutrición y 11,6%, desnutrición, sin diferencias significativas según edad. El IMC es normal para el 56,7% de la muestra, 30,5% presentó estado de enflaquecimiento, el cual fue disminuyendo significativamente con la edad y 12,8%, obesidad, la cual fue aumentando significativamente con la edad ($p < 0,05$).

TABLA 3

Estado nutricional % peso/talla e índice de masa corporal de escolares de educación media según edad. Valparaíso. Chile. 1995-1996

| Parámetros antropométricos | Edad (años) | | | | | Total |
|----------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|
| | 14.0-14.9 | 15.0-15.9 | 16.0-16.9 | 17.0-17.9 | 18 y más | |
| —% de casos— | | | | | | |
| % Peso/Talla | | | | | | |
| Desnutrición (<90%) | 14.3 | 10.3 | 6.7 | 15.2 | 15.0 | 11.6 |
| Eutrofia (90-110%) | 42.9 | 55.2 | 56.7 | 48.5 | 65.0 | 54.2 |
| Sobrepeso | | | | | | |
| (110-120%) | 28.6 | 19.0 | 16.6 | 21.2 | 15.0 | 19.4 |
| Obesidad (>120%) | 14.2 | 15.5 | 20.0 | 15.1 | 5.0 | 14.8 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Nº de casos | (14) | (58) | (30) | (33) | (20) | (155) |

$X_0^2=2.410$ 4gl NS. Para el cálculo del X^2 se consideraron las categorías desnutrición+eutrofia y sobrepeso+obesidad.

Índice de masa corporal (IMC)

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| < 20 | 50.0 | 39.7 | 30.0 | 24.2 | 10.3 | 30.5 |
| 20.0-24.9 | 50.0 | 48.2 | 60.0 | 60.6 | 69.0 | 56.7 |
| 25.0 | 0.0 | 12.1 | 10.0 | 15.2 | 20.7 | 12.8 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Nº de casos | (14) | 58.0 | (30) | (33) | (29) | (164) |

$X_0^2=10.978$ 4gl $p < 0.05$. Para el cálculo del X^2 se consideraron las categorías < 20 y ≥ 20 .

Los valores del puntaje Z CC se encontraron, en su mayoría, dentro de rangos de normalidad, según se ilustra en la Tabla 4; no obstante, se observó una tendencia ($p > 0,05$ y $> 0,1$), en el sentido que los escolares con valores de CC sobre 1DE tendieron a aumentar a medida que aumenta la edad, en la misma forma que aquellos con valores más bajos tendieron a disminuir. Sólo el 1,2% y el 3,1% de la muestra presentaron valores del puntaje Z CC < -2 DE y > 2 DE, respectivamente.

Rendimiento escolar

El RE de los estudiantes fue bajo, registrándose una media \pm DE de $33,5 \pm 9,5\%$ de respuestas correctas, observándose este hecho tanto en castellano ($39,5 \pm 12,5$), como en matemáticas ($29,9 \pm 14,3$). El RE total se asoció significativamente al REC ($r=0.622$ $p < 0.0001$) y al REM ($r=0.790$ $p < 0.0001$). Por otra parte, a medida que ascendemos en los niveles de educación media, en la muestra total, se observó, una correlación inversa y significativa entre el RE y edad ($r=-0,231$ $p < 0.001$). Este hecho se observó en el NSE medio-alto ($r=$

- 0,81 $p < 0.02$), en el nivel medio ($r = -0,27$ $p < 0.05$), tendencia que se repite en el nivel bajo ($r = -0,178$ $p > 0.05$ y < 0.1).

TABLA 4

Puntaje Z de circunferencia craneana de escolares de educación media según edad. Valparaíso. Chile. 1995-1996

| Puntaje Z circunferencia craneana ¹ | Edad (años) | | | | | Total |
|--|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|
| | 14.0-14.9 | 15.0-15.9 | 16.0-16.9 | 17.0-17.9 | 18 y más | |
| | % de casos | | | | | |
| < -1 DE | 0 | 18.7 | 16.7 | 12.1 | 7.4 | 13.5 |
| -1DE - < Media | 35.7 | 22.0 | 36.7 | 18.2 | 18.5 | 24.5 |
| Media + 1DE | 57.2 | 23.7 | 20.0 | 36.4 | 25.9 | 28.8 |
| > 1DE | 7.1 | 35.6 | 26.6 | 33.3 | 48.2 | 33.2 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Nº de casos | (14) | (59) | (30) | (33) | (27) | (163) |

$\chi^2_0 = 14.677$ 8gl $p > 0.05$ y < 0.1 . Para el cálculo del χ^2 se consideraron las categorías < media, media+1DE y > 1DE.

1. El puntaje Z circunferencia craneana se estableció en base a las Tablas de Tanner, Nellhaus, Roche y cols e Ivanovic y cols (17-20). Es indiferente cual tabla usar, ya que la correlación entre ellas es superior a 0.95 (20).

Relación entre rendimiento escolar y variables socioeconómicas, socioculturales y nutricionales

En lo que respecta a las variables socioeconómicas y socioculturales, el RE sólo correlacionó positiva y significativamente con la calidad de la vivienda ($r = 0.162$ $p < 0.05$), previsión del jefe del hogar ($r = 0.162$ $p < 0.05$) y número de integrantes del grupo familiar ($r = 0.168$ $p < 0.05$), pero la calidad de la vivienda es la variable socioeconómica con el mayor poder explicatorio, aunque bajo, en la varianza del rendimiento escolar ($r^2 = 0,0386$ $F = 5,7846$ $p < 0,02$).

La Tabla 5 ilustra los coeficientes de correlación de Pearson entre el RE y los parámetros antropométricos. Al efectuar un análisis del comportamiento de estas variables, se observa que hay correlación positiva y significativa entre % perímetro braquial/edad en I año medio ($r = 0,296$ $p < 0,05$). En IV año medio, se registró una correlación inversa y significativa con el IMC ($r = -0,382$ $p < 0,05$) y positiva con el puntaje Z CC ($r = 0,443$ $p < 0,05$).

Al examinar los resultados de la regresión múltiple efectuada entre el RE (variable dependiente) y los parámetros antropométricos medidos en la muestra (Tabla 6), se constató que sólo en IV año medio, el puntaje Z CC es el parámetro antropométrico con el mayor poder explicatorio en la varianza del RE ($r^2 = 0,7697$), tanto REC ($r^2 = 0,9258$) y REM ($r^2 = 0,5268$). En este contexto, el puntaje Z CC fue el único parámetro antropométrico que ingresó al modelo estadístico de regresión múltiple. La Figura 1 muestra que en los escolares que egresaban de IV año medio, se encontró un RR = 1,97, entre RE y Z CC, lo que implicaría que los escolares que tienen

CC bajo la mediana tienen casi el doble de probabilidad de obtener deficiente RE. Al respecto, se observa que el 75% de los alumnos que presentaron valores de Z CC bajo la mediana, obtuvieron bajo RE. Esta relación se encontró utilizando cualquiera de los indicadores de CC, ya que la correlación entre ellos es muy elevada ($r > 0.96$) (20).

TABLA 5

Coefficientes de correlación de Pearson entre el rendimiento escolar y parámetros antropométricos de estudiantes que egresan de educación media. Valparaíso, Chile. 1995-1996

| Parámetros antropométricos | Curso | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | IV |
| Z P | 0,080 | -0,145 | | -0,156 |
| Z T | 0,023 | -0,199 | | 0,260 |
| % P/T | 0,107 | -0,040 | 0,167 | -0,397 |
| IMC | 0,073 | -0,013 | 0,057 | -0,382* |
| Z CC | 0,034 | -0,000 | -0,136 | 0,443* |
| % PB/E | 0,296* | 0,128 | -0,112 | -0,299 |
| % PCT/E | 0,213 | 0,067 | -0,021 | -0,022 |
| % AMB/E | 0,169 | 0,098 | -0,032 | -0,152 |
| % AGB/E | 0,213 | 0,064 | -0,016 | -0,287 |

Número de casos

Nota. P= peso; T= talla; % P/T= porcentaje peso para la talla; IMC= índice de masa corporal; CC= circunferencia craneana; % PB/E= porcentaje de perímetro braquial para la edad; % PCT/E= porcentaje de pliegue cutáneo tricipital para la edad; % AMB/E= porcentaje de área magra braquial para la edad; % AGB/E= porcentaje de área grasa braquial para la edad.

* $p < 0,05$

TABLA 6

Regresión múltiple entre rendimiento escolar (variable dependiente) y parámetros antropométricos (variables independientes) en escolares que egresan de IV año medio. Valparaíso. Chile. 1995-1996

| Asignatura | Variable independiente | ingresada en el modelo | R ² parcial | R ² modelo | F |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| Castellano | Z CC | | 0,9258 | 0,9258 | 87,3211**** |
| Matemáticas (M) | Z CC | | 0,5268 | 0,5268 | 7,7919* |
| Rendimiento total (C+M) | Z CC | | 0,7697 | 0,7697 | 23,4003*** |

Nota. Z CC= puntaje Z de circunferencia craneana para la edad.

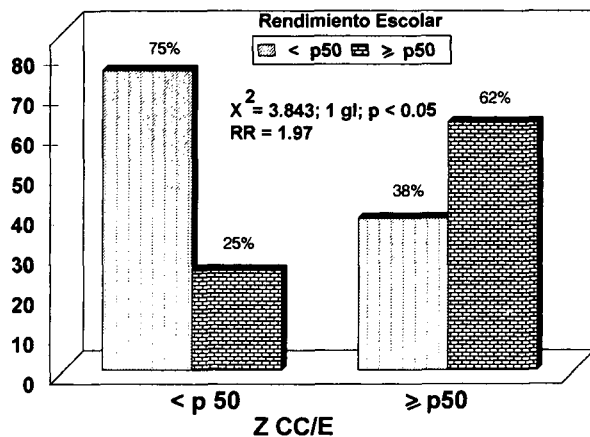
* $p < 0,05$;

*** $p < 0,001$;

**** $p < 0,0001$

FIGURA 1

Riesgo relativo simple (RR) entre el rendimiento escolar y puntaje Z de circunferencia craneana (Z CC/E) en escolares que egresan de educación media. Valparaíso, Chile. 1995-1996



DISCUSION

El RE obtenido, tanto en REC, como en REM, dejan evidencia que la muestra analizada, disminuyó fundamentalmente sus puntajes, a mayor edad y ascenso en los niveles de educación media, a la vez que presentaron mayor retraso estatural, desnutrición y CC subóptima., lo que indica que la historia nutricional del grupo en estudio, registraba notorias deficiencias, probablemente porque la mayoría de la muestra pertenecía a NSE bajo, en donde se ha descrito que hay mayor prevalencia de deficiencias nutricionales (7, 26-36). Así es como dentro de las variables socioeconómicas y socioculturales, la calidad de la vivienda es la variable que mayormente contribuyó a explicar el RE del educando, probablemente por el efecto de estimulación que tiene en el niño. Otros estudios efectuados en Chile, también han encontrado una positiva y significativa asociación entre la calidad de la vivienda y el RE del educando (6).

Tomando en consideración los resultados anteriormente indicados, hay concordancia con otros estudios realizados en Chile, los cuales han confirmado que el RE se asocia significativamente a la historia nutricional del educando (1-5, 37).

Las condiciones de malnutrición y la subalimentación acaecidas durante los primeros años de vida pueden retardar el crecimiento del niño; sin embargo, aunque dicho crecimiento continúa hasta los 18 años, los efectos de la malnutrición podrían aminorarse al proporcionar una adecuada nutrición. No ocurre lo mismo con el cerebro y, en general, con todo el sistema nervioso. Los dos primeros años de vida no sólo corresponden al de máximo crecimiento de este órgano, sino que al final del primer año de vida se alcanza el 70% del peso del cerebro adulto, constituyendo también, casi el período

total de crecimiento de este órgano. De allí es que la desnutrición infantil y la subalimentación crónica podrían ocasionar un retraso en el crecimiento cerebral, reducción de su tamaño, del perímetro cefálico y el consecuente menor desarrollo intelectual (8-12, 38-50).

Los hallazgos del presente estudio, en relación a que la CC es el único parámetro que se asocia significativamente al RE del educando, son de trascendental importancia para la educación y son coincidentes con los obtenidos en estudios previos, los que han confirmado que la CC es el parámetro antropométrico de mayor relevancia para el proceso educativo y cuyo impacto en el RE va aumentando a medida que ascendemos en el Sistema Educacional (5). De esta forma en escolares que egresan de educación media, es el único parámetro antropométrico que se asocia significativamente al RE, constatándose que un alto porcentaje de los escolares que obtienen bajos puntajes en la Prueba de Aptitud Académica (PAA) presentan CC subóptima. Al respecto se constató que la CC aumenta significativamente su impacto en el RE a medida que ascendemos en el Sistema Educacional, siendo en IV Año Medio, el único parámetro antropométrico que se asocia significativamente al RE. Por otra parte, a diferencia de la CC, el P y la T, disminuyen su impacto en el rendimiento escolar, a medida que ascendemos en el Sistema Educacional (5). No obstante, en todos los estratos socioeconómicos y en todos los cursos estudiados, los escolares desnutridos, con retraso estatural y con CC subóptima presentaron un significativo menor RE, con excepción de los escolares de IV Año Medio, en que como se señaló, sólo la CC se asoció directa y significativamente al rendimiento escolar en todos los estratos socioeconómicos (5).

La selectividad en el Sistema Educacional no está dada por el impacto del estado nutricional P/E o T/E, ya que los escolares desnutridos y con retraso estatural aumentan significativamente, a medida que ascendemos en el Sistema Educacional. Este hecho contrasta con el observado en relación a la CC, ya que se observa que ingresan a I Año Básico un 59.0% de niños con CC subóptima, porcentaje que se reduce a un 40% en los escolares de IV Año Medio. De esta forma, la selectividad del Sistema Educacional se produciría a expensas de la CC, ya que por ende, ingresarían al sistema un 41% de escolares con CC óptima o superior, cifra que asciende significativamente a 60% en los escolares de IV Año Medio (5).

En el presente estudio se ha verificado un RR de 1.97 entre RE y Z CC, constatándose que el 75% de los escolares que presentan CC bajo la media obtuvieron un deficiente RE. Este hecho es coincidente con hallazgos previos, en que se constató que aproximadamente el 70% de los alumnos que obtuvieron bajos puntajes en la PAA, presentaban CC subóptima, con un riesgo relativo de 2.1, hecho que implicaría que aquellos escolares que tienen CC subóptima tienen el doble de probabilidad de obtener un bajo logro en la prueba de aptitud académica (5).

La medición de la CC ha sido descrita como buen indicador indirecto del desarrollo cerebral; por otra parte, la CC se ha encontrado asociada a la inadecuación nutricional en los primeros años de vida, o sea, el período postnatal de rápido crecimiento cerebral (51,52). Por esta razón, siempre se la ha considerado como un indicador de la historia nutricional. En el caso de los estudiantes del presente estudio, este hecho podría tener especial connotación ya que la mayoría de ellos pertenecía a NSE bajo, en donde es probable, a juzgar por el comportamiento de los parámetros nutricionales, especialmente la CC, que hayan estado sometidos a condiciones de malnutrición en sus primeros años de vida. De esta forma, la medición de la CC en niños mayores, preescolares y escolares, proporciona una importante evidencia inferencial de la malnutrición acaecida a edad temprana (52). En este sentido, existe evidencia que en niños mayores, la CC reflejaría más propiamente que la estatura, las deficiencias nutricionales que han ocurrido a edad temprana, siendo su medición por lo tanto, de gran utilidad para identificar el período en que ocurrió la malnutrición temprana, en poblaciones de niños preescolares (52-54).

En otro contexto, la malnutrición acaecida a edad temprana reduce la tasa de división celular en el cerebro, reduciendo la mielinización, la concentración de proteínas y el contenido de ADN y ARN, observándose una estrecha correlación entre la CC y el crecimiento cerebral (38). Más aún, se ha descrito que estos eventos provocarían una disminución de la capacidad intelectual, en donde las condiciones nutricionales y ambientales son inseparables (8-12). No obstante, en autopsias de niños que han fallecido de desnutrición severa, se ha verificado que presentaban menor peso cerebral, menor concentración de proteínas, menor contenido de ADN y ARN, al mismo tiempo que una menor circunferencia craneana, al compararlos con niños normales fallecidos por causas accidentales (39,40).

Diversas investigaciones han confirmado que existiría una directa y significativa asociación entre el tamaño del cerebro, especialmente del eje medio-ventricular (correspondiente a la línea horizontal a través del cerebro en donde se concentran las habilidades para el lenguaje y la visualización) y el coeficiente intelectual, de estudiantes que ingresaban a la universidad, utilizando la técnica de Resonancia Magnética por Imágenes para determinar el desarrollo cerebral (55,56). Al respecto, los autores concluyen que un cerebro más grande, probablemente implica un mayor número de neuronas en la corteza cerebral, a la vez que se observó una mayor delimitación de las áreas de sustancia blanca, la que indicaría una mejor mielinización, la cual favorecería una conducción neuronal más eficiente. Además, se observó que los cerebros de los estudiantes con bajo coeficiente intelectual tienden a tener la apariencia del de una persona en pleno período de envejecimiento, etapa que involucra un deterioro progresivo de la mielina de las fibras nerviosas (55). Al mismo tiempo, la capacidad intelectual se configura como el mejor predictor

del rendimiento escolar estando directa y significativamente asociada a la CC (37).

Los resultados del presente estudio son de importancia no sólo para Chile, sino para la comunidad científica internacional, ya que contribuyen a incrementar el campo del conocimiento en relación a las interrelaciones RE y estado nutricional, especialmente en lo concerniente al perímetro cefálico, indicador indirecto del desarrollo cerebral, lo que corresponde a una temática en que la investigación, tanto en Chile como en el extranjero, se encuentra en las fronteras del conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus sinceros agradecimientos a la Dirección General de Investigación y Postgrado de la Universidad Católica de Valparaíso, por el financiamiento del Proyecto 122707/1995, que hizo posible la realización del presente estudio. Al Sr. Leopoldo Salgado, del Laboratorio Fotográfico del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), de la Universidad de Chile, por su trabajo fotográfico.

REFERENCIAS

1. Ivanovic D, Marambio M. Nutrition and Education I. Educational achievement and anthropometric parameters of Chilean elementary and high school graduates. *Nutr Rep Int* 1989;39(5):983-993.
2. Ivanovic D, Vásquez M, Marambio M, Ballester D, Zacarías I, Aguayo M. Nutrition and education II. Educational achievement and nutrient intake of Chilean elementary and high school graduates. *Arch Latinoamer Nutr* 1991; 41(4):499-515.
3. Ivanovic D, Vásquez M, Aguayo M, Ballester D, Marambio M, Zacarías I. Nutrition and Education III. Educational achievement and food habits of Chilean elementary and high school graduates. *Arch Latinoamer Nutr* 1992; 42(1):9-14.
4. Ivanovic D. Nutrition and education IV. Clinical signs of malnutrition and its relationship with socioeconomic, anthropometric, dietetic and educational achievement parameters. *Arch Latinoamer Nutr* 1992; 42(1):15-25.
5. Ivanovic D, Olivares M, Castro CG, Ivanovic R. Nutrition and learning of Chilean school children: Chile's Metropolitan Region- Survey 1986-1987. *Nutrition* 1996; 12(5):321-328.
6. Ivanovic D, Castro CG, Ivanovic R. No existe una teoría sobre el rendimiento escolar. *Revista de Educación (Ministerio de Educación de Chile)* 1995; 224:40-44.
7. Durán MC, Ivanovic R, Hazbún J, Ivanovic D. Estado nutricional de escolares rurales de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. *Arch Latinoamer Nutr* 1996; 46(2):97-106.
8. Stoch MB, Smythe PM. Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development?. *Arch Dis Child* 1963; 68:546-552.
9. Stoch MB, Smythe PM. The effect of undernutrition during infancy on subsequent brain growth and intellectual

- development. *S Afr Med J* 1967; 41:1027-1030.
10. Stoch MB, Smythe PM. 15-year developmental study on effects of severe undernutrition during infancy on subsequent physical growth and intellectual functioning. *Arch Dis Child* 1976; 51:327-336.
 11. Stoch MB, Smythe PM, Moodie AD, Bradshaw D. Psychosocial outcome and CT findings after gross undernourishment during infancy: a 20-year developmental study. *Dev Med Child Neurol* 1982; 24:419-436.
 12. Ivanovic, D. Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development ?. (Comments). *Nutrition* 1996; 12:568-571.
 13. Alvarez ML, Muzzo S, Ivanovic D. Escala para medición del nivel socioeconómico en el área de la salud. *Rev Méd Chile* 1985; 113:243-249.
 14. OMS. Medición del efecto nutricional de programas de suplementación alimentaria a grupos vulnerables. Ginebra. 1980.
 15. Jelliffe D.B. The assessment of the nutritional status of the community. Geneva: WHO. 1966;
 16. Garrow J.S. Treat obesity seriously: a clinical manual. London Churchill Livingstone, 1981.
 17. Nellhaus, G. Head circumference from birth to eighteen years. Practical composite international and interracial graphs. *Pediatrics* 1968; 41:106-114.
 18. Roche AF, Mukherjee D, Guo S, Moore W. Head circumference reference data: birth to 18 years. *Pediatrics* 1987; 79:706-712.
 19. Tanner JM. Physical growth and development. In: Forfar JO, Arneil GC, editors. *Textbook of Pediatrics*. Edinburgh:Churchill Livingstone, 1984; 278-330.
 20. Ivanovic D, Olivares M, Castro CG, Ivanovic R. Circunferencia craneana de escolares chilenos de 5 a 18 años. Región Metropolitana de Chile. 1986-1987 y 1992. *Rev Méd Chile* 1995; 123:587-599.
 21. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:2540-2545.
 22. Chile. Ministerio de Educación. Planes y Programas de Estudio para la Educación General Básica. Ministerio de Educación-CPEIP. Santiago, Chile. *Revista de Educación* 1980; 79:106-107.
 23. Guilford JP, Fruchter B. Estadística Aplicada a la Psicología y a la Educación. 6a.Edición. McGraw Hill, México, 1984.
 24. SAS Institute Inc. Introductory Guide Cary, N. C., USA. SAS Institute Inc. 1983.
 25. OPS. Manual sobre el enfoque de riesgo en la atención materno-infantil. OPS/OMS, editor. Serie Paltex N°7 Washington. USA.1986.
 26. Ivanovic D, Alvarez ML, Barrera G, Muzzo S. Influencia del nivel socioeconómico en el estado nutricional de estudiantes egresados de Educación Básica y Media. *Rev Méd Chile* 1984; 112:1165-1171.
 27. Ivanovic, D., G. Barrera, M.L. Alvarez and S. Muzzo. Características antropométricas de escolares que egresan de Educación Básica y Media en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. *Arch Latinoamer Nutr* 1985; 35:406-420.
 28. Ivanovic D, Aguayo M, Vásquez M, Truffello I, Ballester D, Zacarías I.(1986). Ingesta dietaria de escolares que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. *Arch Latinoam Nutr* 1986; 36:379-400.
 29. Ivanovic D, Ivanovic R, Buitrón C. Nutritional status, birth weight and breast feeding of elementary first grade Chilean students. *Nutr Rep Int* 1987; 36:1347-1361.
 30. Ivanovic D, Zacarías I, Vasquez M. Ingesta dietaria de escolares adolescentes que egresan de educación media en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. *Rev Méd Chile* 1987; 115:1029-1033.
 31. Ivanovic R, Ivanovic D. Características socioeconómicas, socioculturales, familiares y demográficas de estudiantes de Educación Básica y Media (Región Metropolitana de Chile, 1986-1987). *Revista de Sociología* 1990; 5,183-201.
 32. Ivanovic R, Olivares M, Ivanovic D. Estado utricional en escolares chilenos urbanos y rurales de la Región Metropolitana, 1986-1987. *Rev Chil Pediatr* 1990; 61,210-217.
 33. Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Peso y estatura de escolares de la Región Metropolitana de Chile: impacto del nivel socioeconómico. *Rev Méd Chile* 1991; 119,1322-1333.
 34. Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Nutritional status of Chilean school children from different socioeconomic status and sex. Chile's Metropolitan Region. Survey 1986-1987. *Ecol Food Nutr* 1991; 26,1-16.
 35. Ivanovic D, Ivanovic R, Durán MC, Hazbún J. Ingesta alimentaria de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. *Arch Latinoamer Nutr* 1992; 42,374-388.
 36. Ivanovic D, Olivares M, Castro CG, Ivanovic R. Estado nutricional de escolares en condiciones de pobreza urbana y rural. *Rev Méd Chile* 1995; 123,509-525.
 37. Ivanovic D, Ivanovic R, Truffello I, Buitrón C. Nutritional status and educational achievement of elementary first grade Chilean students. *Nutr Rep Int* 1989; 39,163-175.
 38. Winick. M. Nutrition and brain development. In: Serban G, editor. *Nutrition and mental functions*. 1975; 65-73. New York:Plenum Press.
 39. Winick M, Rosso P. The effect of severe early malnutrition on cellular growth of human brain. *Pediatr Res* 1969; 3:181-184.
 40. Winick M, Rosso P. Head circumference and cellular growth of the brain in normal and marasmic children. *J Pediatr* 1969; 74:774-778.
 41. Brown L, Pollitt E. Malnutrition, poverty and intellectual development. *Sci Am* 1996; 274:26-31.
 42. Hack M, Breslau N. Very low birth weight infants: effects of brain growth during infancy on intelligence quotient at 3 years of age. *Pediatrics* 1986; 77:196-202.
 43. Hack M, Breslau N, Weissman B, Aram, D, Klein N, Borawski E. Effect of very low birth weight and subnormal head size on cognitive abilities at school age. *N Engl J Med* 1991; 325:231-237.
 44. Levitsky DA, Strupp BJ. Malnutrition and the brain: changing concepts, changing concerns. *J Nutr* 1995; 125:2212S-2220S.
 45. Grantham-McGregor S. A review of studies of the effect of severe malnutrition on mental development. *J Nutr* 1995; 125:2233S-2238S.
 46. McLaren DS, Yaktin US, Kanawati AA, Sabbagh S, Kadi Z. The subsequent mental and physical development of rehabilitated marasmic infants. *J Ment Defic Res* 1973; 17:273-281.
 47. McLaren DS, Yaktin US, Kanawati AA, Sabbagh S, Kadi Z. The relationship of severe marasmic protein-energy

- malnutrition and rehabilitation in infancy to subsequent mental development. In R.E. Olson RE, editor. Protein-Calorie Malnutrition. New York:Academic Press 1975; 107-112.
48. Monckeberg F. Effect of early marasmic malnutrition on subsequent physical and psychological development. In: Scrimshaw N, Gordon J, editors. Malnutrition, Learning and Behavior. Cambridge,MA:The MIT Press. 1968; 269-278.
49. Morgane PJ, Austin-LaFrance R, Bronzino J, Tonkiss J, Diaz-Cintra S, Cintra L, Kemper T, Galler JR. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosci Biobehav Rev* 1993; 17:91-128.
50. Henrichsen L, Skinhoj K, Andersen GE. Delayed growth and reduced intelligence in 9-17 year old intrauterine growth retarded children compared with their monozygous co-twins. *Acta Pediatr Scand* 1986; 75:31-35.
51. Rumsey JM, Rapoport JL. Assessing behavioral and cognitive effects of diet in pediatric populations. In Wurtman RJ, Wurtman JJ, editors. Nutrition and the Brain. New York:Raven Press,1983; 6:101-161.
52. Johnston F, Lampl M. Anthropometry in studies of malnutrition and behavior. In Brozek J, Schürch B, editors. Malnutrition and Behavior: Critical Assessment of Key Issues. Nestlé Foundation Publication Series. Lausanne:Nestlé Foundation 1984; 4:51-70.
53. Malina RM, Habicht JP, Martorell R, Lechtig A, Yarbrough C, Klein RE. Head and chest circumference in rural Guatemalan Ladino children birth to years of age. *Am J Clin Nutr* 1975; 28:1061-1070.
54. Yarbrough C, J.P. Habicht JP, R. Martorell R, R.E. Klein RE. Anthropometry as an index of nutritional status. In Roche AF, Falkner F, editors. Nutrition and Malnutrition Identification and Measurement. New York: Plenum Press, 1974; 5-26.
55. Willerman L, Schultz R, Rutledge JN, Bigler ED. In vivo brain size and intelligence. *Intelligence*. 1991; 15:223-228.
56. Reiss AL, Abrams MT, Singer HS, Ross JL, Denckla MB. Brain development, gender and IQ in children: a volumetric imaging study. *Brain* 1996; 119:1763-1774.

Recibido: 22-01-1998

Aceptado: 28-07-1998

Diferencias en la composición porcentual de los poliinsaturados de cadena larga en eritrocitos materno-fetales en nacimientos de término o pretérmino en humanos

Julia Araya Araya, Myrna Rojas García, Pilar Fernández Fraile, Argentina Mateluna Acevedo

Universidad de Chile y Maternidad Hospital San José

RESUMEN. Se investiga el contenido y la distribución de los ácidos grasos altamente poliinsaturados de cadena larga (APCL) en los fosfolípidos de eritrocitos materno-fetales en sangre materna venosa y de cordón umbilical obtenida al momento de partos de término o pretérmino en humanos. Se seleccionaron madres del mismo nivel socioeconómico, sanas. Once madres dieron a luz niños sanos de término (40 semanas), y veintidós niños sanos de pretérmino (32-34 semanas). Se obtuvo sangre venosa materna y sangre umbilical al momento del parto. Se aislaron los fosfolípidos de los eritrocitos, los ácidos grasos de los fosfolípidos se analizaron por cromatografía gas-líquida. Los resultados informan que en los fetos de término el contenido de todos los APCL omega 6 y omega 3 particularmente 20:4w6 (ARA), y 22:6w3 (DHA), se encontraron significativamente más altos que en su madre, a la inversa todos los APCL fueron significativamente menores en el feto pretérmino en relación a su madre. Al comparar contenidos de ARA y DHA entre los fetos se observó que sólo el DHA se encontró significativamente disminuido en fetos pretérmino. Las mujeres que dieron a luz niños de pretérmino demostraron una alta relación ARA/DHA en su sangre en relación a las mujeres con parto de término. De este estudio y tomando en cuenta la literatura preexistente se puede sugerir que un alto contenido de ARA en eritrocitos materno y fetales podría ser una señal de riesgo de prematuridad.

Palabras clave: Araquidónico, docosahexaenoico, eritrocitos materno-fetal, prematuros.

SUMMARY. Maternal and fetal long chain fatty acids in term and preterm birth. The content and distribution of long-chain polyunsaturated fatty acids (LCP) of maternal-fetal erythrocytes phospholipids was investigated. Blood samples from healthy pregnant women were taken from maternal veins and umbilical cord at spontaneous delivery time. Two groups were segregated and compared in terms of fetuses gestational age: preterm delivery (32-34 weeks) and term delivery (40 weeks). The results showed that in erythrocytes of term newborn the content of LCP omega 6 and omega 3; particularly 20:4w6 (ARA) and 22:6w3 (DHA), were found to be statistically higher than their respective mother. However, in preterm newborns, all LCP from phospholipids erythrocytes were found to be statistically lower than in their mother. Comparing the content of ARA and DHA between the newborn groups, it observed that only DHA was decreased in preterm group. Women who delivered premature babies showed a blood ratio ARA/DHA higher than those who delivered term-babies. From this study and considering previous information it can be suggested that a high content of ARA and ARA/DHA ratio in maternal and fetal erythrocytes may considered an early risk signal of preterm delivery.

Key words: Arachidonic, docosahexaenoic, maternal-fetal erythrocytes, preterm birth.

INTRODUCCION

La esencialidad de los ácidos grasos (AG) de la serie 6 el ácido linoleico (18:2w6; L), y de la serie 3 el ácido alfa linolénico (18:3w3; AL), se basa no sólo en que ellos no pueden ser sintetizados por los mamíferos, sino porque además los derivados de ambos cumplen diferentes funciones a nivel celular (1).

El ácido araquidónico (20:4w6; ARA), derivado del L por la acción de desaturasas y elongasas, es necesario para estructurar los fosfolípidos de todas las membranas celulares y subcelulares, en donde además de proporcionar fluidez a la membrana es sustrato para la síntesis de eicosaenoides como son las prostaglandinas (PG2), prostaciclina (PGI),

tromboxanos (TXA2), leucotrienos (LTB4), todos ellos involucrados en la mantención e integridad de la piel, en el crecimiento, en la reproducción, y en la respuesta inmune (2-4). El ácido docosahexaenoico (22:6w3; DHA), sintetizado a partir del AL por la acción de las mismas desaturasas de los omega 6 y por beta oxidación peroxisomal, estructuran los fosfolípidos de las membranas del sistema nervioso, del cerebro y de la retina. Deficiencias de DHA provocan alteraciones conductuales, visión deficiente y electroretinogramas anormales (5).

Ni el feto humano ni la placenta son capaces de sintetizar ARA ni DHA, por lo tanto ellos dependen del aporte exógeno (6). El suministro de estos ácidos grasos altamente poliinsaturados de cadena larga (APCL) es de responsabilidad

de la sangre de la madre. Se ha sugerido que los eritrocitos maternos jugarían un rol muy importante en esta referencia (7).

La fracción fosfolípida de los eritrocitos contienen una gran cantidad de APCL, y cualquiera alteración en el estado nutricional de APCL, es más precoz y pronunciado en ellos (8).

Se ha demostrado que existe una correlación entre la composición de los APCL de los fosfolípidos de los eritrocitos con los del cerebro, sugiriendo que los cambios experimentados en la membrana del eritrocito podrían resultar valiosos en la evaluación del estado nutricional de los APCL en otros órganos como cerebro y retina (9).

Los niños que nacen antes de las 32 semanas de gestación, tienen baja concentración de DHA en su cerebro (10), y cantidades limitadas de DHA almacenado en su hígado (11).

Los mecanismos y la cantidad de ácidos grasos que se transporta desde la circulación materna a la fetal se desconocen o están poco dilucidados.

Es difícil obtener evidencia directa de la transferencia de ácidos grasos desde una placenta que funciona normalmente.

El propósito de este estudio fue analizar la concentración y distribución de los ácidos grasos en los fosfolípidos de los eritrocitos de la unidad materno-fetal en humanos al momento del parto término. Para conocer si la edad gestacional afecta estos parámetros se realizó el estudio además en madres y fetos de partos prematuros.

SUJETOS Y METODOS

Con el consentimiento informado de cada madre para participar en el estudio, y de acuerdo con las normas éticas de las Maternidades del Hospital Clínico de la Universidad de Chile y del Hospital San José donde se atendieron los partos; se seleccionaron embarazadas que dieron a luz niños neonatos de término o pretérmino. Se seleccionaron 11 madres con parto de término y 22 con parto de pretérmino. El nivel socioeconómico de las participantes fue medio bajo, sus edades fluctuaron entre los 18 y 32 años, con paridad previa no superior a un hijo, con pesos adecuados para la edad gestacional, sanas, no fumadoras.

Los recién nacidos de término (40 semanas de edad gestacional) y de pretérmino (32 a 34 semanas de edad gestacional) estaban libres de patologías metabólicas y malformaciones congénitas y su peso era adecuado para la edad gestacional, confirmado por examen efectuado por los neonatólogos y médicos residentes de las unidades de cuidado neonatal de ambas maternidades.

Encuesta alimentaria

Se aplicaron simultáneamente dos encuestas a las madres un día después del parto; una de frecuencia y cantidad de consumo de alimentos cuantificada y otra de recordatorio de 24 horas (12,13).

Se obtuvo muestras de sangre venosa a la madre en el momento del parto. Las muestras de sangre umbilical se extrajeron antes de separar el cordón de la placenta, cuando la placenta aún permanecía en el útero.

Las muestras de sangre se recibieron en tubos con EDTA al 5% en buffer pH 7.0. La sangre con anticoagulante se centrifugó, para separar el plasma de los glóbulos rojos. El pellet de glóbulos rojos se lavó tres veces con 10 ml de solución salina al 0.9 %, después de la tercera centrifugación se guardaron a -20°C y se analizaron dentro de las 24 horas siguientes. Los lípidos de los glóbulos rojos se separaron usando el método de Rose y Oaklander (14); se agregó hidroxitolueno butilado (10 ug/ml volumen final) como antioxidante. Los fosfolípidos se separaron del resto de los otros lípidos, por cromatografía capa fina, usando placas con sílica gel G. Los ácidos grasos de los fosfolípidos se incubaron con KOH alcohólica al 6% y se extrajeron con hexano, los extractos fueron sometidos a metilación. Después de la metilación, los ácidos grasos de los fosfolípidos se cuantificaron por cromatografía capilar gas-líquido descrita por Innis y cols. (15). Los picos fueron identificados por comparación computarizada con estándares auténticos, los que fueron corridos en cada determinación.

Análisis estadístico

Para comparar el contenido de ácidos grasos en los fosfolípidos de la sangre venosa materna y umbilical, los resultados se analizaron usando el test "t" de Student. Para comparar la composición y el contenido de ácidos grasos de glóbulos rojos entre las madres con parto de término y pretérmino y recién nacidos de término y prematuros, los resultados se analizaron por ANOVA, ingresándolos en una base de datos, usando software EPI-INTRO-VISIO, considerando una $p < 0.05$ según test de Tukey, como indicador de diferencia estadísticamente significativa.

El análisis de la composición de los ácidos grasos y el contenido de ácidos grasos de la dieta consumida por las madres, obtenida por encuestas dietéticas utilizó el programa de un software Food Processor II.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se informan las características de las madres y neonatos de término y pretérmino que participaron en este estudio. Puede observarse que en las madres no hubo diferencias en las edades, ni en la talla, pero se diferenciaron en el peso y en la edad gestacional al momento del parto. Los neonatos tenían peso y talla significativamente diferentes ($p < 0.05$). La ingesta de energía (Kcal/día), de lípidos y ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados expresados en gramos día, se informan en Tabla 2. La ingesta energética, de lípidos, ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados fueron significativamente distintas entre los grupos ($p < 0.05$).

TABLA 1
Características materno-fetales

| n | Parto término (11) | Parto prematuro (22) |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Madres | | |
| Edad (años) | 26,70 ± 4,90 | 22,50 ± 5,20 |
| Talla (m) | 1,58 ± 4,31 | 1,50 ± 4,16 |
| Peso (kg) | *61,74 ± 6,40 | 56,00 ± 4,54 |
| Edad Gestacional (semanas) | *39,00 ± 0,87 | *33,00 ± 0,47 |
| Recién Nacido | | |
| Peso (g) | *3300 ± 4,90 | *1700 ± 37 |
| Talla (cm) | *49,59 ± 1,96 | *41,54 ± 1,82 |

Los valores promedios ± desviación estándar.

Los asteriscos indican significancia estadística a un nivel $p < 0.05$ test «t» Student.

TABLA 2
Ingesta de energía (Kcal/día), lípidos totales (g) ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de madres con parto de término y pretérmino

| Grupo | Término | Pretérmino |
|----------------------|----------------|---------------|
| Energía (Kcal/día) | *2355 ± 594 | *1774 ± 459 |
| Lípidos Totales (g) | *82,70 ± 18,7 | *45,75 ± 15,8 |
| Ácidos Grasos | | |
| Saturados | *25,06 ± 10,31 | *13,01 ± 5,26 |
| Monoinsaturados | *18,24 ± 4,81 | *11,07 ± 3,72 |
| Poliinsaturados | *28,41 ± 10,1 | *14,41 ± 4,14 |

Los valores son promedios ± menos desviación estándar de madres con parto de término y pretérmino.

Los asteriscos indican significancia estadística a un nivel $p < 0.05$ test «t» Student.

El perfil de los ácidos grasos de fosfolípidos de eritrocitos obtenidos de sangre venosa materna y umbilical de partos de término se informa en Tabla 3. En esta tabla se observa que en los neonatos el contenido de ácidos grasos saturados fue menor que en sus madres, pero que el contenido de APCL omega 3 y 6, particularmente en relación al ARA y DHA, fueron significativamente mayores.

La Tabla 4 da cuenta de la composición de los ácidos grasos en fosfolípidos de eritrocitos de sangre de la vena materna y de cordón umbilical en partos de pretérmino. Se puede apreciar la existencia de una considerable diferencia con el grupo de término; ya que el contenido de ácidos grasos saturados y monoinsaturados fueron más altos, y los APCL omega 3 y 6 y especialmente el ARA y el DHA significativamente menores en el feto que en la madre.

TABLA 3
Composición porcentual de los ácidos grasos en los fosfolípidos de eritrocitos materno-fetales en partos de término

| Grupos | Vena materna (n=11) | Cordón umbilical (n=22) |
|--|------------------------|----------------------------|
| Ácidos Grasos | | |
| Saturados (% ésteres metílicos) | | |
| 16:00 | *32 ± 2,46 | *28 ± 1,41 |
| 18:00 | 16 ± 1,16 | 17 ± 0,67 |
| Total | 49 ± 1,75 | 47 ± 0,97 |
| Monoinsaturados | | |
| 18:1 w 9 | 12,0 ± 1,19 | 11,9 ± 0,89 |
| 18:1 w 11 | 1,6 ± 0,68 | 1,2 ± 0,55 |
| Total | 13,9 ± 1,82 | 13,5 ± 0,73 |
| Poliinsaturados | | |
| w6 | | |
| 18:2 | 4,3 ± 0,18 | 5,2 ± 0,23 |
| 20:3 | 2,5 ± 0,37 | 2,7 ± 0,59 |
| 20:4 | *11,4 ± 0,48 | *13,6 ± 0,53 |
| 22:4 | *2,2 ± 0,32 | *2,8 ± 0,33 |
| 22:5 | *0,7 ± 0,45 | *1,1 ± 0,32 |
| Total | *21,7 ± 1,07 | *25,3 ± 0,84 |
| w3 | | |
| 20:5 | *0,20 ± 0,19 | *0,30 ± 0,36 |
| 22:5 | 0,88 ± 0,79 | 1,31 ± 0,60 |
| 22:6 | *4,19 ± 0,33 | *4,80 ± 0,72 |
| Total | *5,27 ± 0,60 | *6,30 ± 0,56 |

Los valores son promedios + desviación estándar.

Los asteriscos (*) indican significancia estadística a un nivel de $p < 0.05$ test «t» de Tuckey.

TABLA 4
Composición porcentual de los ácidos grasos en los fosfolípidos de eritrocitos materno-fetales en partos de pretérmino

| Grupos (n) | Vena materna (22) | Cordón umbilical (22) |
|--|----------------------|--------------------------|
| Ácidos Grasos | | |
| Saturados (% ésteres metílicos) | | |
| 16:0 | 26 ± 0,74 | 29 ± 2,48 |
| 18:0 | 16 ± 0,47 | 17 ± 0,64 |
| Total | *45 ± 0,90 | *50 ± 2,93 |
| Monoinsaturados | | |
| 18:1 w 9 | 13,0 ± 0,42 | 12,9 ± 1,39 |
| 18:1 w 11 | 1,4 ± 0,29 | 2,0 ± 0,33 |
| Total | 14,7 ± 1,82 | 17,2 ± 1,7 |
| Poliinsaturados | | |
| w6 | | |
| 18:2 | *5,6 ± 0,31 | *5,1 ± 0,66 |
| 20:3 | *3,2 ± 0,23 | *2,3 ± 0,42 |
| 20:4 | *13,9 ± 0,31 | *12,5 ± 0,83 |
| 22:4 | *2,9 ± 0,42 | *2,5 ± 0,76 |
| 22:5 | *1,0 ± 0,18 | *0,7 ± 0,36 |
| Total | *26,6 ± 0,59 | *23,0 ± 2,57 |
| w3 | | |
| 20:5 | *0,12 ± 0,25 | *0,80 ± 0,30 |
| 22:5 | *1,04 ± 0,16 | *0,25 ± 0,05 |
| 22:6 | *4,36 ± 0,32 | *3,54 ± 0,49 |
| Total | *6,36 ± 0,44 | *4,30 ± 1,03 |

Los valores son promedios ± desviación estándar.

Los asteriscos (*) indican diferencia significativa a un nivel de $p < 0.05$ test "t" de Tukey.

Los resultados informados en la Tabla 5, dan cuenta de la confrontación directa del contenido de ARA, DHA, APCL omega 6 y 3 en eritrocitos de la madre y de su neonato, se observó que en la madre que dio a luz un niño de término existe una reducción en el contenido del ARA, (-2.17); DHA, (-0.70); APCLw6, (-3.30); y APCL, (-1.29); ($p < 0.05$), en sus eritrocitos comparado con su hijo. Lo contrario se observó en las madres de niños de pretérmino en que se evidenció una tendencia a una mayor concentración en los eritrocitos maternos comparados con los eritrocitos de sangre umbilical para ARA (+1.80), DHA (+0.70), APCLw6 (+3.43) y APCL (+1.35). La relación ARA/DHA se encontró más alta en eritrocitos de madres de pretérmino así como en sus fetos con respecto a la relación ARA/DHA en los eritrocitos materno-fetales de término.

TABLA 5
Contenido de ácido araquidónico, docosaheptaenoico y ácidos grasos totales omega 6 y 3 en eritrocitos materno-fetales pareados

| Acidos Grasos | Vena Materna | Cordón Umbilical | Diferencia Materno-Umbilical |
|------------------------|------------------|------------------|------------------------------|
| 20:4 w6 | | | |
| Término | $11,4 \pm 0,48$ | $13,6 \pm 0,53$ | $-2,17 \pm 1,09^{**}$ |
| Pretérmino | $13,9 \pm 0,31$ | $12,5 \pm 0,83$ | $+1,80 \pm 1,45^{**}$ |
| 22: 6w3 | | | |
| Término | $4,19 \pm 0,33$ | $4,80 \pm 0,72$ | $-0,70 \pm 0,58^{**}$ |
| Pretérmino | $4,36 \pm 0,33$ | $3,54 \pm 1,06$ | $+0,70 \pm 0,56^{**}$ |
| 20: 4w6/22: 6w3 | | | |
| Término | $2,73 \pm 0,15$ | $2,82 \pm 0,44$ | |
| Pretérmino | $3,27 \pm 0,23$ | $3,46 \pm 0,55$ | |
| APCL w 6 | | | |
| Término | $16,98 \pm 1,0$ | $20,15 \pm 0,86$ | $-3,30 \pm 1,48^{**}$ |
| | $21,00 \pm 0,56$ | $17,94 \pm 2,50$ | $+3,43 \pm 2,03^{**}$ |
| APCL w 3 | | | |
| Término | $5,27 \pm 0,60$ | $6,30 \pm 0,56$ | $-1,29 \pm 0,54^{**}$ |
| Pretérmino | $6,36 \pm 4,30$ | $4,30 \pm 1,03$ | $+1,35 \pm 0,81^{**}$ |

Los valores son promedios \pm desviación estándar.

Diferencias estadísticamente significativas materno-fetales (** $p < 0.05$).

Diferencias estadísticamente significativas entre fetos término y pretérmino ($\diamond p < 0.05$) y entre madres con parto de término y pretérmino ($^{\circ} p < 0.05$).

DISCUSION

Este estudio ha examinado la diferencia materno fetal en el contenido de APCL, tomando en cuenta la contribución porcentual de todos los ácidos grasos en los fosfolípidos de los eritrocitos de la vena materna y la contribución porcentual de todos los ácidos grasos en los fosfolípidos de sangre de cordón umbilical, en el momento del parto en embarazos de término y pretérmino.

A diferencia de los niños de término, los neonatos de

pretérmino por abandonar el útero a las 32-34 semanas de gestación, no tuvieron el beneficio de la transferencia placentaria de APCL para cubrir sus requerimientos, a pesar de la existencia de una alta disponibilidad de éstos en los eritrocitos maternos, ya que estas madres tenían significativamente más altos los APCL que las mujeres con parto de término.

Diferencias en el perfil de los ácidos grasos esenciales en las paredes de los vasos umbilicales entre los niños de término y pretérmino, ha sido comunicado por Van Foreman et al. (16), las bajas concentraciones de estos ácidos grasos esenciales en los vasos umbilicales de los neonatos de pretérmino, es atribuida por estos autores a las bajas demandas fisiológicas de ácidos grasos esenciales para el crecimiento y desarrollo del niño de pretérmino con respecto al de término.

Los resultados de este estudio muestran que el perfil de los ácidos grasos esenciales en el feto no es el mismo del que está disponible en los eritrocitos circulantes maternos. Los ácidos grasos con 20 y 22 carbonos son más altos en el niño de término que en su madre y estos mismos son más bajos en los niños de pretérmino que en sus madres.

Estos resultados sugieren que aunque la adquisición fetal de la de los APCL depende del suministro lipídico materno, la composición de los ácidos grasos de los fosfolípidos de los eritrocitos fetales podría estar regulado por mecanismos fetales intrínsecos o por el metabolismo placentario, asociados a la madurez feto-placentaria.

Postle AD et al. (17), estudiaron la concentración del DHA en la fosfatidilcolina del plasma de embarazadas en muestras secuenciales de sangre obtenidas desde las 16 semanas de gestación hasta el término y observaron que esta composición cambiaba, demostraron que la concentración del DHA aumentaba a partir de la mitad del embarazo, sugiriendo una adaptación del metabolismo hepático materno para asegurar el adecuado suministro de DHA al feto que sería independiente de la dieta materna.

En este estudio el contenido de DHA y de ARA se encontraron significativamente más altos en eritrocitos de madres de pretérmino al momento del parto en relación a las de término.

Otro estudio comparativo realizado con embarazadas holandesas, húngaras, finlandesas, inglesas y ecuatorianas en relación a los cambios en el contenido de los ácidos grasos esenciales aislados de los fosfolípidos del plasma materno, demostró que existe una declinación fisiológica de estos ácidos grasos con el avance de la gestación independiente de las diferencias en el origen étnico y de los hábitos alimentarios (18).

Con respecto al contenido porcentual del ARA en los fosfolípidos de eritrocitos de sangre umbilical de fetos de pretérmino fue significativamente menor con respecto a los de término; la concentración de DHA se encontró disminuida en los prematuros, sin alcanzar significancia estadística, quedando demostrado que en los nacidos prematuramente el conteni-

do de los APCL se ven negativamente afectados. Leaf AA et al. (19), encontraron una correlación positiva entre bajos valores de DHA y edad gestacional, y una correlación positiva entre ARA y peso de nacimiento.

El estado nutricional del DHA en niños pretérmino que es más bajo que los de término, parece ser de origen fisiológico, basado en las observaciones de AL DM et al. (20). Ellos encontraron valores similares de DHA en muestras de sangre del feto in útero obtenidas antes del nacimiento, con las obtenidas de muestras de sangre umbilical de los que nacen a esas mismas edades gestacionales.

Llama la atención en este estudio el mayor contenido porcentual de ARA y de DHA eritrocitos de madres de pretérmino a pesar de que la ingesta de lípidos, y particularmente de los ácidos grasos poliinsaturados de estas madres, fue el 50% de los consumido por el grupo de término. Es preciso señalar que el consumo de poliinsaturados del grupo pretérmino se mantuvo en el rango de la recomendación para este grupo fisiológico. Es posible que en esta situación en particular no exista un equilibrio entre cantidad de poliinsaturados en los lípidos dietéticos y porcentaje de APCL en los fosfolípidos de eritrocitos de embarazadas en la segunda mitad del embarazo.

Se podría sugerir que la madre que mantuvo más tiempo a su feto in útero, como sucede en las madres con parto de término, tuvieron la oportunidad de transferir al feto vía placenta una gran parte del contenido que probablemente pudo disminuir si el feto hubiese permanecido más tiempo in útero.

Reece MD et al. (21) al evaluar el posible rol del estado nutricional de los omega 3 y 6 en la patogénesis del nacimiento prematuro, encontraron altos niveles de ARA y docosapentaenoico, un marcador de deficiencia de omega 3, en la sangre materna y en el trofoblasto de las mujeres con parto de pretérmino en comparación con las de término, sugiriendo que un aumento en el contenido de ARA en los eritrocitos maternos aumenta el riesgo de prematuridad.

Un estudio reciente de Benassayag C. et al. (22), evaluó, cercano al término, la distribución de los ácidos grasos en la interfase feto-materna donde la sangre materna en el espacio intervilloso toma contacto con el trofoblasto fetal, informando que los APCL estaban disminuidos en la sangre materna y elevados en el espacio intervilloso y en la vena y arteria umbilical; destacando que los más abundantes en la interfase eran ARA (40 microM) y DHA (16 microM). Ellos sugieren que este perfil específico para los ácidos grasos podría ser una señal que influenciaría el inicio del parto.

En conclusión en este estudio se encontraron diferencias sustanciales en el contenido de poliinsaturados de cadena larga en eritrocitos de niños de pretérmino comparados con los de término y entre ellos y sus madres y entre las madres de ambos grupos entre sí. Los bajos niveles de APCL en los fetos nacidos prematuramente podría atribuirse a una inmadurez fisiológica en la demanda fisiológica de DHA para su desarro-

llo ya que sus madres disponían en su eritrocitos cantidad suficiente para poder transferirles.

El mayor contenido de ARA y de los APCLw6 y del DHA y APLCw3 en sangre de madres al momento del parto de pretérmino, a diferencia de las de término, se podría interpretar basándose en que a las 32-34 semanas de edad gestacional la velocidad del flujo de sangre materna al espacio intervilloso podría ser menor que a las 40 semanas, por lo tanto habría una menor disponibilidad de APCL, y/o que las demandas fetales a esa edad gestacional no sean tan altas particularmente para DHA (16,22).

La relación ARA/DHA que fue mayor en fetos de pretérmino y en sus madres con respecto a los de término, es una condición que amerita un estudio a nivel de interfase feto-materna, para conocer si esta relación está involucrada en el nacimiento prematuro.

REFERENCIAS

1. Neuringer M, Anderson GJ, & Connor WE. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of retina and brain. *Annu Rev Nutr* 1988; 8:517-41.
2. Burr GO, & Burr MM. A new deficiency disease produced by rigid exclusion of fat from the diet. *J Biol Chem* 1929; 82:345-67.
3. Holman RT. Essential fatty acid deficiency. *Progr Chem Fats Other lipids* 1968; 9:275-348.
4. Burr GO, & Burr MM. On nature and role of fatty acids essential in nutrition. *J Biol Chem*.1930; 86:587-621.
5. Neuringer M, Anderson GJ, Connor WE. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Ann Rev Nutr* 1988; 8:517-41.
6. Descomps B, Rodríguez A. Acides gras essentiels et prématurité: une triple approche expérimentale. *CR Seances Soc. Biol Fil.* 1995; 189:781-96.
7. Ruyle M, Connor WE, Anderson GJ, Lowenshon RI. Placental transfer of essential fatty acids in humans: Venous-arterial difference for docosahaexaenoic acid in fetal umbilical; erythrocytes. *Proc Natl Acad Sci USA* 1990; 87:7902-06.
8. Holamn RT, Control of polyunsaturated fatty acids in tissue lipids. *J of Am College of Nutr.* 1986; 5:183-211.
9. Neuringer M, Connor WE, Van Patten C, & Barstad L. Dietary omega 3 fatty acid deficiency and visual loss in infant Rhesus monkey. *J Clin Invest.* 1984; 733:272-6.
10. Clandinin MT, Chapell JE, Leong S, Heim T, Swyer PR, Chance GW. Intrauterine fatty acids accretion rates in human brain: implications for fatty acids requirements. *Early Human Develop.* 1980; 4:121-9.
11. Clandinin MT, Chapell JE, Swyer PR, Chance GW. Fatty acid accretion in fetal and neonatal liver: implications for fatty acids requirements. *Early Human Develop.* 1981; 51:1-6.
12. Food Frequency Methods. *II in Nutrition Epidemiology.* Willet W. Cap. 5 New York. Oxford Univ Press, 1990.
13. Guideline for Reporting Methods used in Dietary Surveys. *Food and Nutrition Bulletin N°1 The United Nations University,* 1994.
14. Rose HG, Oaklander M. Improved procedure for the extraction of lipids from human erythrocytes. *J Lipid Res.* 1965; 6:428-31.

15. Innis SM, Clandinin MT, Dynamic Modulation of mitochondrial inner membrane lipid in the heart by dietary fat. *Biochem*, 1981; 193:155-67.
16. Van Foreman D, Van-Houwelingen AC, Blanco CE, Hornstra G. Comparison between the essential fatty acid status of preterm and full-term infants, measured in umbilical vessel walls. *Early Hum Dev*. 1995; 42:241-51.
17. Postle AD, AI MD, Burdge GC, Hornstra G. The composition of individual molecular species of plasma phosphatidylcholine in human pregnancy. *Early Hum Dev* 1995; 43:47-58.
18. Otto SJ, Houwelingen AC, Antal M, Manninen NA, Godfrey K, López-Jaramillo, Honstra G. Maternal and neonatal essential fatty acid status in phospholipids: an international comparative study. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51:232-42.
19. Leaf AA, Leighfield MJ, Costeloe KL, Crawford MA. Factors affecting long-chain polyunsaturated fatty acid composition of plasma choline phosphoglycerides in preterm infants. *J Pediatr. Gastroenterol* 1992; 14:300-8.
20. AI DM, van-Houwelingen, Honstra G. Long chain polyenes, pregnancy and pregnancy outcome (abstract) International Conference on Highly Unsaturated Fatty Acids in Nutrition and Disease Prevention 1996, pag 59.
21. Reece MS, McGregor JA, Allen KG, Harriss MA. Maternal and perinatal long-chain fatty acids: possible roles in preterm birth. *Am J Obstet Gynecol*. 1997; 176:907-14.
22. Benassayag C, Mignot TM, Haourigui M, Civel C, Hassid J, Carbonne B, Nuñez EA. High polyunsaturated fatty acid, thromboxane A2, and alpha-fetoprotein concentrations at the human fetomaternal interface. *J Lipid Res* 1997; 38:276-86.

Recibido: 18-09-1997

Aceptado: 20-07-1998

Participación del hígado en el suministro de ácidos grasos esenciales poliinsaturados de cadena larga durante el desarrollo postnatal del cerebro de rata

Venezuela Azavache, Carmen Cuevas, Virgilio Bosch

Sección de Lipidología del Instituto de Medicina Experimental. Facultad de Medicina U.C.V. Caracas, Venezuela

RESUMEN. El presente trabajo tuvo por objeto estudiar el origen de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) necesarios para el desarrollo postnatal del cerebro. Ratas normales recién nacidas de 1,5,10 y 20 días de edad fueron decapitadas, inmediatamente después los hígados fueron procesados para obtener la fracción microsomal y determinar la composición de ácidos grasos y la actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa. También se analizaron: la composición de ácidos grasos en plasma, homogenizado de hemisferios cerebrales y en la leche tomada del estómago de las ratas recién nacidas. Nosotros encontramos que la actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa en el hígado fue muy baja en comparación a la observada en ratas adultas. Durante el desarrollo postnatal se observaron cantidades apreciables de DHA y AA en la leche, microsomas hepáticos, lípidos de plasma y hemisferios cerebrales. En conclusión proponemos que durante el desarrollo postnatal, la síntesis hepática contribuye poco en el aporte de DHA y AA para el crecimiento del cerebro, pero tiene la capacidad de concentrar estos ácidos grasos provenientes de la leche, en los microsomas hepáticos y secretarlos hacia el plasma para finalmente llegar al cerebro.

Palabras clave: Ácidos grasos poliinsaturados, desarrollo postnatal del cerebro, ratas.

SUMMARY. The liver as a source of LC-PUFA for postnatal brain development in the rat. We address here the issue concerning the origin of essential long chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) needed for early postnatal brain development. Normal newborn rats 1, 5, 10 and 20 day-old were decapitated. immediately after, the livers were processed to obtain the microsomal fraction and its $\Delta 6$ fatty acid desaturase activity and fatty acid composition were determined. Samples of plasma, whole homogenized brain hemispheres and milk contained in the gastric cavity of the suckling rats, were analyzed to obtain their fatty acid composition. We found that the rat neonate has a very low $\Delta 6$ desaturase activity in liver microsomes as compared with the adult. In contrast, there is a considerable quantity of DHA and AA in the milk, liver microsomes, plasma lipids and brain. In conclusion, we propose that brain DHA and AA cannot be derived substantially through liver synthesis, but through the availability of these preformed fatty acids in the milk. These fatty acids are concentrated in liver microsomes and then secreted into plasma lipid pool to reach finally to brain structures. **Key words:** Polyunsaturated fatty acids, postnatal brain development, rats.

INTRODUCCION

El cerebro se caracteriza por contener una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga con 20 ó más átomos de carbono (AGPI-CL), como son el araquidónico (AA) y el docosahexaenoico (DHA) (1). Se ha demostrado que estos ácidos son fundamentales para el desarrollo y la función normal del cerebro (2-6), y se sintetizan a partir de los ácidos grasos esenciales de 18 átomos de carbono provenientes de la dieta: linoleico (LA) y α linolénico (α LNA). En la compleja secuencia de reacciones que conducen a la síntesis de AGPI-CL interviene la manera fundamental de $\Delta 6$ desaturasa de ácidos grasos, que es la enzima más influyente en la regulación de esa vía metabólica (7). Esta enzima se ha detectado en el cerebro (8,9), y en cultivos de astrocitos se ha observado la conversión de LA y α LNA en AGPI-CL (10). Sin embargo es más importante la capacidad que tiene el cerebro para captar AA y DHA del compartimiento plasmático

(1,11,12). En el animal adulto se sabe que el hígado es responsable de la mayor parte de la síntesis de DHA y AA que se requieren en el organismo, pero poco conocemos sobre este proceso en las ratas recién nacidas, en donde existe una gran demanda por parte del sistema nervioso central en rápido crecimiento. En experimentos con animales, Cook ha mostrado que la actividad de la $\Delta 6$ desaturasa del hígado de rata es menor que el cerebro (8), mientras que Bourré y Picotini en ratones han encontrado lo contrario (13). Li y col. han observado que la incorporación de [$1-^{14}C$] DHA en la retina de las ratas lactantes, ocurre después que el ácido marcado se ha incorporado a los fosfolípidos hepáticos (14). Estos y otros trabajos (15,16) permiten pensar que la mayor parte de los AGPI-CL que requiere el cerebro de los animales recién nacidos provienen de la leche materna.

La información sobre la influencia de la síntesis hepática de AGPI-CL y el desarrollo del cerebro en el humano ha sido más difícil de obtener, se encuentran en la literatura pocos

trabajos como el de Martínez, quien ha mostrado que el porcentaje de AA y DHA en la fosfatidiletanolamina obtenido del hígado y del cerebro de humanos varían en el mismo sentido durante el período prenatal (17).

Sin embargo hay ya un extenso consenso sobre la necesidad de suplementar las fórmulas lácteas para prematuros y recién nacidos con AA y DHA (18). Es por tanto muy pertinente cualquier esfuerzo para aumentar el conocimiento de los detalles metabólicos de esta relación hígado-cerebro durante el desarrollo postnatal.

En este sentido, nuestro trabajo trata sobre el metabolismo de los ácidos grasos en el hígado de ratas normales durante el período de rápido crecimiento del cerebro, en la vida postnatal. Para ello determinamos la actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa en el hígado, la concentraciones de AA y DHA en el plasma y en los microsomas hepáticos, durante los primeros 20 días de edad. El estudio se completó con el análisis de los ácidos grasos en los hemisferios cerebrales y en la leche extraída del estómago de las ratas.

MATERIALES Y METODOS

Reactivos

El ácido linoleico, ácido α linolénico, albúmina bovina libre de ácidos grasos, NADH, Coenzima A, ATP, PPO y POPOP fueron adquiridos de Sigma Chemical Co (St Louis MO, USA) el $1\text{-}^{14}\text{C}$ ácido linoleico, 50 mCi/mmol a New England Nuclear (Boston, MA, USA) todos los demás reactivos empleados fueron de grado analítico.

Animales

Ratas hembras y machos, normales de la cepa Sprague Dawley de 1, 5, 10 y 20 días de edad, provenientes de madres alimentadas con una dieta estándar comercial, Protinal (Valencia, Venezuela).

Métodos

Actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa

Las ratas fueron pesadas y sacrificadas por decapitación entre las 10 y 11 de la mañana para evitar variaciones de la actividad enzimática debidas al ritmo circadiano. La sangre fue recogida en tubos con EDTA y rápidamente se extrajo el hígado, los hemisferios cerebrales y el estómago para tomar de éste la leche. El hígado se pesaba y se lavaba en sacarosa 0,25 M. Luego se homogenizaba en buffer fosfato 50 mM pH 7.4; NaCl 250 mM; EDTA 5 mM y glutatona 1 mM, en la proporción 1:3 (p/v). La primera centrifugación se hizo a 15.000 durante 15 min. para sedimentar las células no rotas, núcleos y mitocondrias. El sobrenadante posteriormente se centrifugaba a 105.000 g por 1 hora para obtener la fracción microsomal. Todo el procedimiento se realizó a 4°C.

La determinación de proteínas se hizo por el método de

Markwell y col. (20). Las determinaciones enzimáticas se realizaban el mismo día en que se aislaban los microsomas. El medio de incubación contenía: buffer fosfato 100 mM pH 7.4, MgCl_2 5 mM; Coenzima A 50 mM; ATP 2 mM; NADH 1 mM, y 100 mM de LA, el cual se preparó en una solución de albúmina libre de ácidos grasos al 0.2%, al que se le agregó [$1\text{-}^{14}\text{C}$] LA como trazador. La concentración de proteína microsomal fue 2 mg/ml. Las incubaciones se realizaban en un baño a 37°C con agitación constante durante 10 min. La reacción se detenía por la adición de 4 ml de cloroformo/metanol (1:1 v/v), posteriormente se agregaban 2 ml de cloroformo y los lípidos se extraían de acuerdo al método de Folch y col (21).

Los metil ésteres de los ácidos grasos se obtenían por transesterificación en una mezcla que contenía metanol/ácido sulfúrico/tolueno (86:10:4 v/v) a 70°C durante 1 hora. Los metil ésteres de los ácidos grasos fueron separados por cromatografía de capa fina, sobre sílica gel G-60 impregnada en AgNO_3 al 10% y sumergidas en una mezcla de hexano/dietil éter (85:15 v/v).

Se emplearon patrones de LA y α -LNA para ubicar las zonas correspondientes al sustrato y producto, los cuales se visualizaban bajo luz u.v. rociando previamente la placa con 2', 7' dibromofluoresceína al 0.2% en etanol. Las zonas se raspaban y colocaban en viales con 10 ml de una solución de PPO-POPOP en tolueno y el contaje de la radioactividad se llevaba a cabo en un contador 1219 Rack Beta, LKB (Suecia).

La actividad enzimática se expresa como pmoles de ácido convertido en el producto por min y por mg de proteína microsomal.

Separación de fosfolípidos y ácidos grasos

La composición de ácidos grasos en plasma, leche, microsomas y fosfolípidos de los hemisferios cerebrales, se hizo aislando previamente los lípidos totales según Folch y col. (21). Los fosfolípidos se aislaron por cromatografía de capa fina, en sílica gel G-60, el análisis cromatográfico se hizo con una fase móvil de éter de petróleo:dietil éter:ácido acético (90/10/1 v/v). Los metil ésteres se prepararon como se explicó en la determinación de la actividad de la $\Delta 6$ desaturasa y la separación se hizo por cromatografía gas-líquido en un cromatógrafo Hewlett-Packard modelo 5880-A (USA). Se empleó una columna de vidrio de 4mm x 183 cm empacada con polietileno glicol adipato al 4% en peso sobre cromosorb AW de 80 mesh. Las condiciones para la separación fueron: temperatura del horno 200°C, temperatura del detector de llama 250°C; N_2 como gas transportador, velocidad del flujo 60 cc/min.

En los procedimientos de extracción de lípidos y metilación se empleó 2,6-di-ter-butyl-p-cresol (BHT) al 0.1% (p/v) como antioxidante.

Análisis estadístico

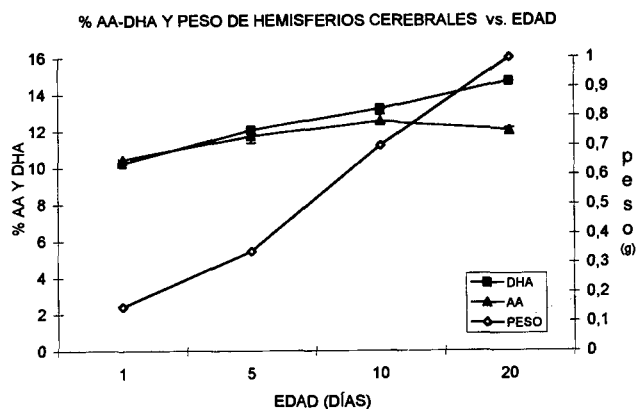
Las diferencias entre los valores obtenidos a diferentes edades fueron determinadas usando el método de ANOVA de una vía, cuando se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) se emplearon las pruebas de Tukey. Para los resultados mostrados en la Tabla 4 se empleó la prueba "t" de Student.

RESULTADOS

En el Gráfico 1 se observa que el crecimiento de los hemisferios cerebrales durante los primeros 20 días de la vida postnatal va acompañado de un aumento significativo de DHA, mientras que el AA aumenta significativamente hacia el día 5 y luego se mantiene constante.

GRAFICO 1

Porcentaje de AA y DHA en los fosfolípidos totales de los hemisferios cerebrales, y peso de estos en ratas de diferentes edades. Los valores representan el promedio \pm error estándar ($n=10$)



En la Tabla 1 se presenta la composición de la leche materna extraída del estómago de las ratas lactantes. La leche del primer día presenta 4.68% de AA y 1.68% de DHA, estos valores son significativamente más altos en comparación a las del día 5 ($p < 0.001$). En los días siguientes continúa disminuyendo el AA, y el DHA se mantiene constante. Hacia el día 20 los porcentajes son cercanos al 1% para los dos ácidos grasos.

En la Tabla 2 se presenta la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de los microsomas hepáticos. El porcentaje de DHA aumenta significativamente entre el primer y quinto día de la vida postnatal de un 8% a un 17% ($p < 0.001$), y luego se mantiene constante en los días siguientes. El porcentaje de AA es más alto (13%) que el de DHA en el primer día y esta proporción no varía significativamente a lo largo de los primeros 20 días.

TABLA 1

Porcentaje de ácidos grasos de lípidos totales en la leche tomada del estómago de ratas a diferentes edades

| Acidos graso | 1 día n=9 | 5 días n=7 | 10 días n=9 | 20 días n=9 |
|--------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 10:0 | 2.80 \pm 0.63 | 7.21 \pm 0.54 | 4.98 \pm 2.37 | 7.57 \pm 1.30 |
| 12:0 | 2.20 \pm 0.32 | 12.43 \pm 0.39 | 9.88 \pm 1.39 | 10.29 \pm 0.63 |
| 14:0 | 2.10 \pm 0.07 | 13.49 \pm 0.35 | 14.94 \pm 0.63 | 12.43 \pm 0.84 |
| 16:0 | 22.04 \pm 0.31 | 23.85 \pm 0.29 | 31.53 \pm 3.26 | 25.34 \pm 1.09 |
| 16:1 | 4.89 \pm 0.82 | 1.87 \pm 0.09 | 1.28 \pm 0.48 | 2.11 \pm 0.11 |
| 18:0 | 4.39 \pm 0.26 | 3.59 \pm 0.07 | 3.35 \pm 2.55 | 3.28 \pm 0.19 |
| 18:1 | 28.85 \pm 1.05 | 17.74 \pm 0.64 | 12.86 \pm 0.96 | 16.48 \pm 1.33 |
| 18:2 | 14.86 \pm 0.43 | 13.93 \pm 0.18 | 13.06 \pm 1.09 | 14.28 \pm 1.00 |
| 18:3 (n-6) | 1.15 \pm 0.05 | 0.30 \pm 0.02 | 0.41 \pm 0.11 | 0.38 \pm 0.03 |
| 18:3 (n-3) | 0.66 \pm 0.04 | 0.35 \pm 0.01 | 0.71 \pm 0.21 | 0.93 \pm 0.04 |
| 20:3 (n-6) | 1.22 \pm 0.08 | 0.61 \pm 0.04 | 0.74 \pm 0.24 | 0.61 \pm 0.05 |
| 20:4 (n-6) | 4.68 \pm 0.15* | 1.23 \pm 0.04** | 0.92 \pm 0.16 | 0.65 \pm 0.04 |
| 22:6 (n-3) | 1.68 \pm 0.22*** | 0.80 \pm 0.02 | 0.71 \pm 0.15 | 0.81 \pm 0.01 |

Los valores representan la media \pm el error estándar.

*El porcentaje de ácido araquidónico (20:4n-6) es significativamente más alto en la leche del primer día en comparación a los demás ($p < 0.001$).

** El porcentaje del día 5 es también más alto que el de los días 10 y 20 ($p < 0.01$).

***El porcentaje de ácido docosahexaenoico (22:6 n-3) es significativamente más alto en la leche del primer día en comparación a todas las demás.

TABLA 2

Porcentaje de ácidos grasos en los lípidos totales de microsomas de hígados de ratas de diferentes edades

| Acidos graso | 1 día n=3 | 5 días n=3 | 10 días n=3 | 20 días n=7 |
|--------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 16:0 | 21.97 \pm 0.63 | 25.35 \pm 0.16 | 27.21 \pm 0.27 | 25.03 \pm 0.48 |
| 16:1 | 3.04 \pm 0.15 | 1.26 \pm 0.68 | 0.65 \pm 0.04 | tz |
| 18:0 | 9.91 \pm 0.79 | 14.55 \pm 1.19 | 13.82 \pm 0.49 | 14.88 \pm 0.30 |
| 18:1 | 19.44 \pm 1.34 | 7.89 \pm 2.11 | 13.86 \pm 0.13 | 5.39 \pm 0.28 |
| 18:2 | 9.05 \pm 0.25 | 7.63 \pm 1.64 | 9.26 \pm 0.20 | 11.17 \pm 0.68 |
| 20:3 (n-6) | 1.47 \pm 0.18 | 1.36 \pm 0.40 | 2.57 \pm 0.17 | tz |
| 20:4 (n-6) | 13.76 \pm 0.89 | 17.05 \pm 1.20* | 14.45 \pm 0.17 | 13.05 \pm 0.64 |
| 22:5 (n-3) | 0.09 \pm 0.04 | 1.72 \pm 0.54 | 2.59 \pm 0.07 | 3.19 \pm 0.14 |
| 22:6 (n-3) | 7.99 \pm 0.49** | 19.50 \pm 2.78 | 17.94 \pm 0.32 | 18.24 \pm 0.44 |

Estos valores corresponden al promedio \pm el error estándar, y cada uno se obtuvo de un pool de 3-5 hígados. (tz = trazas).

*El porcentaje de AA a los 5 días es significativamente más alto que a los 20 días ($p < 0.05$) según ANOVA de una vía.

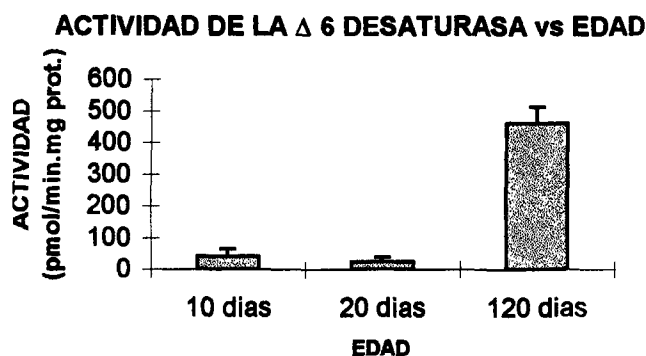
**Existe una diferencia significativa entre el porcentaje de DHA correspondiente al primer día respecto a los demás, ($p < 0.01$) según ANOVA de una vía.

En el Gráfico 2 se observa que la actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa del hígado es muy baja a los 10 y 20 días de la

vida postnatal en comparación a los observados en la rata adulta.

GRAFICO 2

Las columnas representan el valor de las medias \pm el error estándar de tres determinaciones independientes. Los valores correspondientes a los 10 y 20 días se obtuvieron de un pool de 4-5 hígados de ratas. Las actividades enzimáticas a los 10 y 20 días fueron significativamente menor que a los 120 días ($p < 0.01$).



En la Tabla 2 se presenta la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del plasma obtenido durante el período de no-ayuno. Se observa que las concentraciones de AA y DHA se mantienen a concentraciones elevadas entre los 5 y 20 días de edad.

En la Tabla 4 se presentan los porcentajes de AA y DHA en plasma y microsomas obtenidos de ratas de 20 días de edad, bajo las condiciones de ayuno y no-ayuno. Se puede observar que las concentraciones de AA y DHA en el plasma aumentan significativamente en la condición de ayuno ($p < 0.0001$), y son mas cercanas a los porcentajes obtenidos en la fracción microsomal. También se observa en esta fracción que el porcentaje de AA aumenta significativamente ($p < 0.0001$) con la condición de ayuno.

DISCUSION

Nuestros resultados muestran que la actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa en los microsomas hepáticos es muy baja a los 10 días de edad, período en el cual hay un crecimiento acelerado del cerebro y se mantiene aún baja a los 20 días (Gráfico 1), lo cual indica que la biosíntesis hepática de AA y DHA en este período no aporta cantidades importantes de estos ácidos grasos para el desarrollo del cerebro. Estos resultados son iguales a los obtenidos por Cook (10), y conducen a reforzar la idea de que la fuente principal de AA y DHA para el crecimiento del cerebro es la leche materna. En relación a este aspecto nuestros resultados sobre la composición de ácidos grasos en leche materna de ratas, muestran que

los porcentajes de AA y DHA representan cerca de un 7% en el primer día, luego descienden bruscamente hacia el quinto día y luego más lentamente. Cambios similares se han observado en la composición de la leche humana, en la que el calostro tiene mayor proporción de AGPI-CL que la leche madura (19).

TABLA 3

Porcentaje de ácidos grasos en los lípidos totales en plasma de ratas de diferentes edades

| Acidos graso | 5 día n=3 | 10 días n=3 | 20 días n=3 |
|--------------|------------------|------------------|------------------|
| 12:0 | tz | 2.12 \pm 0.11 | 2.86 \pm 0.37 |
| 14:0 | 1.63 \pm 0.36 | 4.67 \pm 0.05 | 5.63 \pm 0.41 |
| 16:0 | 8.36 \pm 2.05 | 23.23 \pm 0.91 | 23.69 \pm 0.53 |
| 16:1 | 5.50 \pm 0.47 | 1.47 \pm 0.21 | 1.35 \pm 0.07 |
| 18:0 | 2.94 \pm 0.51 | 7.10 \pm 0.13 | 7.07 \pm 0.14 |
| 18:1 | 17.63 \pm 2.46 | 7.94 \pm 0.02 | 10.79 \pm 0.75 |
| 18:2 | 9.21 \pm 1.33 | 19.69 \pm 0.62 | 22.52 \pm 0.53 |
| 18:3 (n-6) | tz | 0.75 \pm 0.06 | 0.63 \pm 0.15 |
| 18:3 (n-3) | tz | 0.60 \pm 0.09 | 0.60 \pm 0.06 |
| 20:3 (n-6) | tz | 2.15 \pm 0.19 | 0.89 \pm 0.06 |
| 20:4 (n-6) | 10.63 \pm 1.17 | 13.47 \pm 0.73 | 8.89 \pm 0.61 |
| 22:6 (n-3) | 4.73 \pm 1.68 | 6.75 \pm 0.34 | 6.97 \pm 0.08 |

Los porcentajes representan las medias \pm el error estándar, cada valor corresponde a un pool obtenido de 3-5 ratas en condición de no-ayuno.

No hubo diferencias estadísticamente significativas, para los ácidos AA y DHA.

TABLA 4

Porcentaje de AA y DHA en lípidos totales de plasma y microsomas hepáticos de ratas

| % | Plasma | | Microsomas | |
|-----|------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | No ayuno n=3 | Ayuno n=9 | No ayuno n=6 | Ayuno n=3 |
| AA | 9.11 \pm 0.58* | 21.57 \pm 1.27 | 14.58 \pm 0.24** | 18.04 \pm 0.88 |
| DHA | 6.43 \pm 0.63* | 9.82 \pm 0.13 | 19.08 \pm 0.79 | 19.51 \pm 0.82 |

Los porcentajes de ácido araquidónico (AA) y docosahexaenoico (DHA) en microsomas y plasmas corresponden a la media (el error estándar obtenido cada valor de un pool proveniente de 3-9 ratas de 20 días de edad).

* Existe una diferencia altamente significativa entre las condiciones de no-ayuno vs. ayuno para los porcentajes del AA y DHA en el plasma ($p < 0.0001$).

**Existe una diferencia altamente significativa entre las condiciones de no-ayuno vs. ayuno para los porcentajes de AA en microsomas ($p < 0.0001$).

Por otra parte, la acumulación significativa de AA y DHA en la fracción microsomal del hígado de rata después del

primer día de nacidas, refleja que el hígado de las ratas lactantes presumiblemente posee enzimas aciltransferasas con alta especificidad para estos ácidos grasos, lo cual garantiza el ensamblaje de lipoproteínas con concentraciones adecuadas de AA y DHA, para sustentar el desarrollo normal del cerebro. En efecto, el análisis de los ácidos grasos en el plasma de las ratas lactantes de 5, 10 y 20 días de edad en condición de no-ayuno, muestra concentraciones altas de estos ácidos grasos (Tabla 3). En el plasma con bajos niveles de lipoproteínas de origen intestinal (condición de ayuno), las concentraciones de AA y DHA aumentan significativamente y son más cercanas a las observadas en la fracción microsomal (Tabla 4: determinación realizada en ratas de 20 días de edad). Son escasos los trabajos que presentan la composición de ácidos grasos del plasma durante este período, al respecto Nouvelot observó que las fracciones de VLDL-LDL y HDL obtenidas en ratas de 17 días contienen concentraciones significativamente altas de AA y DHA, las cuales son sensibles a la composición de la dieta (22), sin embargo no observó una relación clara entre la composición plasmática y la composición de ácidos grasos en el hígado, probablemente esto se debió a que él hizo el análisis en los lípidos totales de este órgano. Sinclair (23) también le da importancia al metabolismo de los ácidos grasos por el hígado durante el desarrollo del cerebro. El observa que durante los primeros días de la vida postnatal se produce un aumento en el contenido total de lípidos y que las concentraciones de AA y DHA disminuyen en los triglicéridos y aumentan en los fosfolípidos hepáticos. Al comparar nuestros resultados con lo de estos autores, sugerimos que el análisis de los ácidos grasos en la fracción microsomal de hígado reflejan más cercanamente los cambios observados en el plasma, lo cual es de esperarse ya que en esta fracción sedimentan las organelas que ensamblan las lipoproteínas plasmáticas.

Nuestros resultados obtenidos en el período de crecimiento rápido del cerebro, permiten concluir que el hígado, aunque no está lo suficientemente desarrollado para sintetizar AA y DHA, juega un papel clave en el suministro de cantidades adecuadas de estos ácidos grasos para el crecimiento de ese órgano, dado que desde el nacimiento tiene la capacidad de seleccionar específicamente AA y DHA provenientes de la leche, y ensamblar lipoproteínas enriquecidas en ellos. Esto unido a la alta especificidad que también tiene el cerebro para la captación de AA y DHA, garantiza que el rápido crecimiento de este órgano vaya acompañado de una alta incorporación de estos ácidos grasos poli-insaturados de cadena larga.

REFERENCIAS

- Hassam G, Sinclair AJ, Crawford MA. The incorporation of orally fed radioactive g linoleic acid and linoleic acid into the liver and brain lipids of suckling rats. *Lipids*, 1975; 10:417-420.
- Bourre JM, Youyou A, Dumont O, Picciotti M, Pascal G, Durand G. The effects of dietary a linolenic acid on the composition of nerve membranes, enzymatic activity, amplitude of electrophysiological parameters, resistance to poisons and performance of learning tasks in rats. *J Nutr* 1989;119:1880-1892.
- Holman RT, Jhonson SB, Hatch TF. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. *Am J Clin Nutr*, 1982; 35:617-623.
- Neuringer M, Connor WE, Van Petten C, Bastard L. Dietary omega-3 fatty acid deficiency and visual loss in infant rhesus monkeys. *J Clin Invest*. 1984; 73:272-276.
- Uauy RE, Birch DG, Birch EE, Peirano P. Visual and Brain function measurements in studies of n-3 fatty acids requirements of infants. *J Pediatr*. 1992; 120:S168-180.
- Uauy R, Peirano P, Hoffman D, Mena P, Birch D, Birch E. Role of essential fatty acids in the function of the developing nervous system. *Lipids*, 1996; 31:167-176.
- Voss A, Reinhart M, Sankarappa S, Sprecher H. The metabolism of 7,10,13,16,19-docosapentaenoic acid to 4,7,11,13,16,19-docosahexaenoic acid in rat liver is independent of $\Delta 4$ desaturase. *J Biol Chem* 1991; 266:19995-20000.
- Cook HW. *In vitro* formation of polyunsaturated fatty acids by desaturation in rat brain some properties of the enzymes in developing brain and comparisons with liver. *J Neurochem*, 1978; 30:1327-1334.
- Pawlosky RJ, Ward G, Salem N. Essential fatty acid uptake and metabolism in the developing rodent brain. *Lipids*, 1996; 31:103-107.
- Moore SA, Yoder E, Murphy S, Dutton GR, Spector AA. Astrocytes, not neurons, produce docosahexaenoic acid (22:6 w-3) and arachidonic acid (20:4 w-6). *J Neurochem* 1991; 56(2): 518-524.
- Crawford MA, Hassam AG, Williams G, Whitehouse WL. Essential fatty acids and fetal brain growth. *The Lancet*, 1976; 28:452-453.
- Sinclair AJ. Incorporation of radioactive polyunsaturated fatty acid into liver and brain of developing rat. *Lipids*, 1975; 10:175-184.
- Bourre JM, Picciotti M. Delta 6 desaturation of alpha-linolenic acid in brain and liver during development and aging in the mouse. *Neurosci Lett* 1992;141:65-68.
- Li J, Wetzel M, O'Brien P. Transport of n-3 fatty acids from the intestine to the retina in rats. *J Lipid Res*. 1992; 33:539-548.
- Naughton JM. Supply of polyenoic fatty acids to the mammalian brain. *Int J Biochem*. 1981;13:21-32.
- Inns S. Fatty acid requirements of the newborn. *Can J Physiol Pharmacol*. 1994; 72:1483-1492.
- Martínez M. Dietary polyunsaturated fatty acids in relation to neural development in humans, in Dietary w-3 and w-6 fatty acids. Biological effects and nutritional essentiality. Ed. C. Galli and A.P. Simopoulos. Plenum Press N.Y. and London, 1989; p. 123.
- PUFA in Infant Nutrition. Consensus and controversies. (1996, Barcelona-España). Ed. American Oil Chemist's Society (AOCS), 1996.
- Markwell MAK, Hass SM, Bieber LL, Tolber NE. A modification of the Lowry procedure to simplify protein determination membrane and lipoprotein samples. *Anal Biochem*. 1978; 87:206-210.
- Folch J, Lees M, Sloane SH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*. 1957; 228:497-509.
- Nouvelot A, Delbart C, Bourre JM. Hepatic metabolism of dietary alpha-linolenic acid in suckling rats, and its possible importance in polyunsaturated fatty acid uptake by the brain. *Ann Nutr Metab*. 1986; 30:316-323.
- Sinclair AJ. Fatty Acid Composition of liver lipids during development of rat. *Lipids*. 1974; 9:809-817.

Recibido: 08-04-1997

Aceptado: 13-07-1998

El consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y arroz, y su relación con la incidencia de cáncer gástrico en México

Ramón Alberto Rascón Pacheco, Lizbeth López Carrillo

Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos. México.

RESUMEN. Se evaluó el consumo de alimentos preparados con maíz y/o trigo así como el consumo de arroz y su relación con el cáncer gástrico (CG). Se analizó la información sobre el consumo de cereales de un estudio sobre dieta y (CG), en el que participaron 220 casos incidentes de CG confirmados histopatológicamente y 752 controles poblacionales. La información de 11 alimentos preparados con maíz y/o trigo, del consumo particular de arroz y de 54 alimentos y bebidas se obtuvo por medio de una entrevista con un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. Al ajustar por la edad, el sexo y el consumo calórico total, no se encontró un incremento de riesgo significativo de padecer CG en relación al número de porciones diarias de alimentos preparados con maíz (R.M. c_4 vs. $c_1=0,97$ I.C. 95% 0,58-1,63), trigo (R.M. c_4 vs. $c_1=1,07$ I.C. 95% 0,62-1,84) y arroz (R.M. c_4 vs. $c_1=1,36$ I.C. 95% 0,96-1,90). Estos resultados fueron similares al estratificar por tipo histológico de CG (i.e. intestinal y difuso). Nuestros hallazgos no apoyan la hipótesis de que el consumo de alimentos preparados con maíz y/o trigo así como el consumo de arroz incrementa el riesgo de padecer CG.

Palabras clave: Consumo de alimentos, maíz, trigo, arroz, cáncer gástrico.

SUMMARY. Consumption of foods prepared with corn, wheat and rice in relation to gastric cancer incidence in Mexico. To assess the consumption of food prepared with corn, wheat or rice, in relation to the risk of developing gastric cancer (GC). We analyzed information about cereal consumption using data from a study of diet and GC for which 220 histologically confirmed incident GC cases and 752 population-based controls, were recruited. All subjects were interviewed using a food frequency questionnaire in which the consumption of 11 foods prepared with corn, wheat or rice, 54 additional food items and 4 alcoholic beverages was assessed. Adjusting by age, gender and total caloric intake, the results did not show an increased risk for gastric cancer incidence in regard to the consumption of foods prepared with corn (O.R. q_4 vs. $q_1=0,97$ C.I. 95% 0,58-1,63), wheat (O.R. q_4 vs. $q_1=1,07$ C.I. 95% 0,62-1,84) or rice (O.R. q_4 vs. $q_1=1,36$ C.I. 95% 0,96-1,90). These results remained similar after stratifying by histological type of GC (i.e. intestinal vs. diffuse). Our results do not lend support to the hypothesis that the consumption of foods prepared with corn, wheat or rice increase the risk of being diagnosed with gastric cancer.

Key words: Food consumption, corn, wheat, rice, gastric cancer.

INTRODUCCION

A nivel internacional existe una correlación entre el consumo de cereales (CC) y el incremento de riesgo de cáncer gástrico (CG) (1). No obstante, los resultados de estudios epidemiológicos no-ecológicos muestran resultados inconsistentes en cuanto a la existencia de una relación entre el CC y el CG (1,2).

El mecanismo por el cual el consumo de cereales como el maíz, trigo y arroz, podría incrementar el riesgo de CG es, por una parte, el efecto abrasivo que éstos pueden tener sobre las paredes del estómago lo cual a su vez podría facilitar la absorción de compuestos carcinógenos. Por otro lado, se ha demostrado que el consumo de alimentos con alto contenido de almidón podría favorecer la formación endógena de compuestos cancerígenos nitrosados, como la N-nitroso-N-metilurea que incrementan el riesgo de CC (3).

Los resultados de cuatro investigaciones de cohorte prospectiva y al menos 18 estudios de casos y controles muestran resultados inconsistentes en relación al consumo de

cereales y la incidencia de cáncer gástrico. La mayoría de los estudios que han evaluado el consumo total de cereales han encontrado un incremento de CG. Por su parte las investigaciones en las que se ha estudiado el consumo individual de arroz han reportado riesgos desde 0.7 a 1.7. El consumo de pan también ha propiciado resultados controversiales (1).

Específicamente se ha informado, que la frecuencia de consumo de alimentos con alto contenido de almidón (4), de pan blanco (5), de arroz (6,7), de pasta (7,8) y de polenta (7) (un tipo de atole de maíz), es mayor en individuos diagnosticados con CG en comparación con sujetos que no sufren dicha neoplasia maligna. Asimismo, en Colombia, se observó que el consumo de maíz y de trigo es mayor en las regiones con elevada prevalencia de metaplasia intestinal y de gastritis crónica atrófica en comparación con las regiones de baja prevalencia de estas lesiones precursoras de CG (9).

En México el CG es la segunda causa de mortalidad por neoplasias malignas y ha permanecido constante en los últimos 25 años, en contraste con la tendencia decreciente de la incidencia de CG observada en la mayoría de los países del mundo (10).

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación del consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y/o arroz y la incidencia de CG como parte de un estudio sobre dieta y CG realizado en México.

MATERIAL Y METODOS

Con el objeto de evaluar la dieta mexicana (con énfasis en el consumo de chile) y su relación con la incidencia de CG, durante 1989 y 1990 se realizó un estudio multicéntrico de casos incidentes de CG y controles poblacionales en el Distrito Federal y su área conurbada. La metodología detallada de este estudio ha sido publicada previamente (11).

En total, participaron 220 pacientes histológicamente confirmados con CG, y 752 sujetos libres de esta enfermedad. Los casos de CG se identificaron en los 15 principales hospitales del Sector Salud (población abierta) de la Seguridad Social (población asegurada) y privados, que representan el 80% de los casos nuevos de CG que se captan en el Registro Nacional de Cáncer. Los diagnósticos histológicos provenientes de los hospitales fueron confirmados por una segunda lectura realizada por un solo patólogo.

Por medio de una entrevista, se obtuvo información de la frecuencia de consumo diario de 61 alimentos y 5 bebidas alcohólicas. A los casos se les preguntó acerca de sus hábitos alimenticios un año antes del inicio de la sintomatología estomacal mientras que a los controles un año antes de la fecha de la entrevista.

La información sobre el consumo de alimentos se agrupó de la siguiente forma: Lácteos (leche, crema, helado de leche y queso fresco); frutas (plátano, ciruelas, durazno, manzana, naranja, uvas, fresas, melón, sandía, mango, mandarina, pera, mamey, tuna, zapote, papaya y piña); carnes (pollo, bistec de hígado, carne de res y carne de puerco); embutidos (tocino, salchicha, jamón y chorizo); pescados enlatados (sardina y atún); verduras (coliflor, elote, papa, zanahoria, espinacas, calabacitas, lechuga, jitomate, nopal, aguacate, calabaza, betabel y cebolla); golosinas (chocolate, mermelada y miel); alimentos preparados con harina de trigo (pastel, pan de dulce, tortilla de harina de trigo, pan de caja, bolillo y sopa de pasta); alimentos preparados con harina de maíz (tortilla de maíz, galleta salada, hojuelas de maíz, churritos y atole de maíz). El consumo de arroz, de cecina de res o de puerco, de chile y de café, se evaluó individualmente.

Así mismo, se elaboró un índice global de consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y arroz que incluyó la sumatoria de la frecuencia de consumo de cada uno de los alimentos correspondientes, señalados previamente.

El consumo de alcohol se estimó en gramos de alcohol proveniente del consumo de: cerveza, vino, tequilá, ron y/o brandy.

Con base en la distribución del consumo observado en los controles, se crearon 4 categorías de consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y/o arroz. Por medio de regresión

logística no condicionada, se obtuvieron las razones de momios ajustadas entre el consumo individual de alimentos preparado con maíz, trigo, arroz y en su conjunto, y la incidencia de cáncer gástrico. La tendencia dosis-respuesta se evaluó considerando en el modelo las variables de interés (maíz, trigo, arroz, etc.) en forma continua. Este análisis se realizó con el paquete estadístico STATA versión 4.0.

RESULTADOS

La edad promedio de la población de estudio fue de 57.2 ± 14.3 años en los casos y 59.2 ± 14.7 en los controles. El porcentaje del sexo masculino en cada grupo fue de 55.4% en los casos y 36.4% en los controles, y el nivel socioeconómico tuvo una distribución similar en ambos grupos, alrededor del 30% bajo, 45% medio y 25% alto. (Información no presentada en cuadros).

En la Tabla 1 se muestra el promedio de consumo de alimentos preparados con maíz y trigo así como de arroz, cuyas unidades son las porciones correspondientes por día consideradas en el cuestionario. Como se observa no existieron diferencias significativas de dichos consumos entre los casos de CG y los controles.

Tabla 1
Consumo promedio diario¹ de alimentos preparados con maíz y trigo, así como el consumo de arroz

| Alimentos preparados con: | Casos | Controles | Valor de p ² |
|---------------------------|-------|-----------|-------------------------|
| Maíz ³ | 2,094 | 2,149 | 0,623 |
| Trigo ⁴ | 2,495 | 2,446 | 0,642 |
| Arroz | 0,395 | 0,373 | 0,325 |
| Todos | 4,970 | 4,973 | 0,983 |

1 porciones diarias

2 prueba de "t" para diferencia de medias.

3 incluye: tortilla de maíz, galleta salada, hojuelas de maíz, churritos y atole de maíz.

4 incluye: pastel, pan de dulce, tortilla de harina de trigo, pan de caja, bolillo y sopa de pasta.

Tal como se muestra en la Tabla 2, las razones de momios para el consumo de cada uno de los grupos de alimentos preparados con maíz y con trigo así como para el consumo de arroz, no muestran un incremento significativo de padecer CG.

En la Tabla 3, se presentan las razones de momios ajustadas para el índice del consumo total de cereales (que incluye los grupos de alimentos preparados con maíz, trigo y arroz). No se encontró un incremento de riesgo de padecer CG al aumentar el número de porciones diarias de alimentos preparados con maíz y/o trigo, y el consumo de arroz independientemente del efecto de la edad, del sexo y el consumo

calórico total (R.M. q4 vs.q1 =0,84 I.C. 95% 0,40-1,78). La prueba de tendencia correspondiente no resultó significativa ($p=0.815$). Estos resultados se mantuvieron al estratificar por tipo histológico de CG (i.e intestinal y difuso).

Tabla 2

Razones de momios ajustadas¹ para la incidencia de Cáncer Gástrico y el consumo de alimentos preparados con maíz y trigo, así como el consumo de arroz

| Consumo de alimentos preparados con: ² | No. de casos | No. de controles | Razón de momios | I.C. 95% | Prueba de tendencia valor de p |
|---|--------------|------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|
| Maíz | 63 | 206 | 1,00 | - | |
| 0,00-1,06 | | | | | |
| 1,07-1,63 | 51 | 167 | 0,97 | 0,63-1,50 | |
| 1,64-2,64 | 49 | 198 | 0,78 | 0,50-1,23 | |
| 2,64-8,00 | 54 | 174 | 0,97 | 0,58-1,63 | 0,435 |
| Trigo | 49 | 182 | 1,00 | - | |
| 0,00-1,55 | | | | | |
| 1,56-2,20 | 48 | 181 | 0,99 | 0,62-1,58 | |
| 2,21-3,13 | 63 | 183 | 1,22 | 0,76-1,96 | |
| 3,14-9,49 | 51 | 180 | 1,07 | 0,62-1,84 | 0,798 |
| Arroz | 66 | 276 | 1,00 | - | |
| 0,00-1,14 | | | | | |
| 0,15-2,50 | 154 | 475 | 1,36 | 0,96-1,90 | 0,872 |

1. ajustado por: edad (20-24,25-29,....,85 y más), sexo y calorías totales. 2. porciones por día.

Tabla 3

Razones de momios ajustadas¹ para la incidencia de Cáncer Gástrico, según tipo histológico, y el consumo de alimentos preparados con maíz y trigo, así como el consumo de arroz.

| Alimentos preparados con trigo, arroz y/o maíz ² | No. de casos | No. de controles | Razón de momios | I.C. 95% | Prueba de tendencia valor de p |
|---|--------------|------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|
| Adenocarcinoma | 46 | 181 | 1,0 | - | |
| 1,07-3,41 | | | | | |
| 3,42-4,54 | 62 | 178 | 1,21 | 0,76-1,94 | |
| 4,55-6,06 | 54 | 180 | 1,10 | 0,64-1,89 | |
| 6,07-16,70 | 47 | 179 | 0,84 | 0,40-1,78 | 0,815 |
| Intestinal | 13 | 181 | 1,0 | - | |
| 1,07-3,41 | | | | | |
| 3,42-4,54 | 31 | 178 | 1,83 | 0,98-3,42 | |
| 4,55-6,06 | 26 | 180 | 1,43 | 0,69-2,94 | |
| 6,07-16,70 | 22 | 179 | 1,02 | 0,38-2,73 | 0,677 |
| Difuso | 27 | 181 | 1,0 | - | |
| 1,07-3,41 | | | | | |
| 3,42-4,54 | 22 | 178 | 0,86 | 0,48-1,54 | |
| 4,55-6,06 | 23 | 180 | 0,83 | 0,42-1,62 | |
| 6,07-16,70 | 20 | 179 | 0,70 | 0,27-1,81 | 0,965 |

1. ajustado por: edad(20-24,25-29,....,85 y más), sexo y calorías totales. 2. porción por día.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio, no apoyan la hipótesis de que el consumo de alimentos con alto contenido de almidón, particularmente los preparados de maíz y con harina de trigo así como el consumo de arroz, incrementa el riesgo de padecer CG.

En todo estudio epidemiológico observacional, como el presente, existen algunas consideraciones metodológicas. El grupo control debe proveer de una estimación representativa del consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y arroz, que se esperaría observar en la población de la cual provienen tanto los casos como los controles. Una subestimación o sobrestimación de dicha frecuencia de consumo podría tanto subestimar como sobreestimar la razón de momios calculada. En este estudio los controles, sujetos sin CG, fueron seleccionados en forma probabilística a partir del Marco Muestral Maestro elaborado por la Secretaría de Salud en México, por lo que creemos que existe alta posibilidad de tener una estimación del consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y el consumo de arroz cercano a la población fuente.

Adicionalmente al realizar una validación externa, se encontró que la distribución de las características de las viviendas de los controles, como son: tipo de piso, servicio de agua intradomiciliaria, drenaje y eliminación de excreta, son similares a las informadas en el Censo General de Población y Vivienda de 1990 para el Distrito Federal, lo que sugiere que la selección de viviendas fue representativa de la población blanco.

Por diseño, en los estudios de casos y controles se debe incluir el mayor número de casos de la enfermedad bajo estudio. En esta investigación se estimó que se identificaron la gran mayoría de casos nuevos de CG que ocurrieron durante 1989 y 1990 en el Valle de México, ya que de acuerdo a la información proporcionada por el Registro Nacional de Cáncer los 15 hospitales seleccionados atienden a más del 80 por ciento de los adenocarcinomas de estómago que se reportan anualmente a este sistema de información.

El error de clasificación de la enfermedad, en los casos, fue minimizado mediante el requisito de confirmación histopatológica de la presencia de cáncer gástrico. Uno de los principales problemas en los estudios que pretenden evaluar factores nutricionales, es el de incurrir en errores de clasificación de la exposición, dada la dificultad para medir la ingesta de alimentos durante períodos prolongados.

Si los sujetos de este estudio, tanto casos como controles, recordaran en forma no diferencial la dieta y bajo el supuesto de que esta dieta se hubiera mantenido constante durante unos 20 años, el resultado final sería una atenuación de la razón de momios. De lo contrario, si existiera un reporte diferencial la razón de momios, podría subestimarse o sobreestimarse esta razón.

Existen dos mecanismos que podrían ocasionar un error de

clasificación diferencial. El primero es cuando el entrevistador tiene conocimiento de la hipótesis del estudio y de la presencia o ausencia de la enfermedad, pudiendo sesgar la respuesta de los sujetos dependiendo de la forma en que hagan las preguntas. Dadas las características de diseño y la logística que se empleó para reclutar a la población de estudio no fue posible evitar que los entrevistadores hubieran conocido quienes fueron casos y quienes fueron controles, pero tanto los sujetos en estudio y los entrevistadores no se enteraron de cuál fue la hipótesis de este estudio, por lo que es poco probable que existiera un reporte diferencial del consumo de alimentos preparados con maíz y trigo así como el consumo de arroz, por cualquiera de los grupos.

La segunda situación que puede ocasionar errores de clasificación diferencial en estudios de casos y controles, se relaciona con la situación en la cual los individuos informan erróneamente, de manera sistemática, acerca de la exposición de interés, condicionando la respuesta a sus creencias con respecto al papel que pueda jugar el consumo de alimentos preparados con cereales, en la producción de enfermedades. Dado que hasta la fecha no se ha hecho pública la posible asociación entre el consumo de alimentos preparados con cereales y el cáncer gástrico, no existe motivo para sospechar la introducción de este sesgo en el presente estudio.

También es importante mencionar que si la enfermedad produjera un cambio en la dieta de los pacientes y estos reportaran la dieta reciente causaría problemas en la estimación de las razones de momios. En este sentido se instruyó a los entrevistados de informar acerca de sus hábitos alimenticios 12 meses antes de ser diagnosticado con cáncer de estómago y a los controles 12 meses antes de la entrevista.

La dieta está asociada con la incidencia de CG. Existe evidencia convincente acerca del papel protector que confiere el consumo de frutas y vegetales, probablemente debido a su contenido de fibra y carotenos. Así mismo es consistente el incremento de riesgo de CG por el consumo de sal y carnes procesadas (1).

Debido a que el CG es una de las principales causas de muerte por tumores malignos en México, los resultados de este estudio sugieren que otros factores diferentes al consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y el consumo de arroz deben estar determinando las tendencias de morbi-mortalidad por CG observadas en ese país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los hospitales participantes: Hospital Adolfo López Mateos, Instituto Nacional de Cancerología, Hospital Español, Hospital de Especialidades del Centro Médico "La Raza", Hospital Gea González, Hospital General de México, Hospital Ignacio Zaragoza, Hospital de Gineco-obstetricia del Centro Médico "La Raza", Clínica Londres, Hospital Los Angeles, Hospital Metropolitano, Instituto Nacional de la Nutrición, Hospital de Oncología del Centro Médico Siglo XXI, Hospital PEMEX Central del Sur y Hospital 20 de Noviembre.

REFERENCIAS

1. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a global perspective. Washington D.C. 1997.
2. Kono S, Hirohata T. Nutrition and stomach cancer. *Cancer Causes Control* 1996; 7:41-55.
3. Mirvish SS. The etiology of gastric cancer. Intra-gastric nitrosamide formation and other theories. *J Natl Cancer Inst* 1983; 71(3): 629-647.
4. Modan B, Lubin F, Barel V, Greenberg RA, Modan M and Graham S. The role of starches in the etiology of gastric cancer. *Cancer* 1974; 34:2087-2092.
5. Boeing H, Jedrychowski W, Wahrendorf J, Popiela T, Tobiasz-Adamczyk B, Kulig A. Dietary risk factors in intestinal and diffuse types of stomach cancer: a multicenter case-control study in Poland. *Cancer Causes and Control* 1991; 2:227-233.
6. Haenszel W, Kurihara M, Segi M and Lee RKC. Stomach cancer among Japanese in Hawaii. *J Natl Cancer Inst* 1972; 49:969-988.
7. La Vecchia C, Negri E, Decarli A, D'Avanzo B, Franceschi S. A case-control study of diet and gastric cancer in Northern Italy. *Int J Cancer* 1987; 40:484-489.
8. Trichopoulos D, Ouranos G, Day NE, Tzonou A, Manousos O, Papadimitriou Ch, Trichopoulos A. Diet and cancer of the stomach: case-control study in Greece. *Int. J. Cancer* 1985; 36:291-297.
9. Haenszel W, Correa P, Cuello C, Guzman N, Burbano LC, Lores H, Muñoz J. Gastric cancer in Colombia II. Case-control epidemiologic study of precursor lesions. *J Natl Cancer Inst* 1976; 57(5):1021-1026.
10. López-Carrillo L, Vega-Ramos B, Costa-Dias R, Rascón-Pacheco RA. Histological types of gastric cancer in Mexico. *International Journal of Epidemiology* 1997; 26:1166-1171.
11. López-Carrillo L, Hernández-Avila M, Dubrow R. Chili pepper consumption and gastric cancer in Mexico: A case-control study. *Am J Epidemiol* 1994; 139:263-271.

Recibido: 14-08-1997

Aceptado: 16-07-1998

Evaluation of the composition of the regional diet in Sonora, México: Incidence of colon cancer

C. Jane Wyatt

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) , Sonora, México

SUMMARY. Diet is responsible for about one third of the cancers. Dietary fiber, energy intake, fat and consumption of fruits and vegetables play an important role in different cancers. The regional Mexican diet is characterized as being high in dietary fiber, high in fat and energy but very low in fruits and vegetables. The diet is high in insoluble fiber and phytate. The objective of this study was to evaluate the composition of the regional diet and relate this composition to the incidence of colon cancer in the northern region of México. Two traditional diets, one higher in fruits and vegetables, but both high in fat and dietary fiber were evaluated. A mathematical expression showed the typical regional diet to be low in antioxidant nutrients, even though an earlier study showed it to have a tendency to protect against colon cancer. During the years of 1991-1995, Sonora, México reported about 20 cases/ 100,000 inhabitants of colon cancer. This incidence is low compared to other regions and high dietary fiber is thought to be responsible. If antioxidant nutrient intake was elevated, possibly a greater protection could be achieved.
Key words: Fiber, phytates, antioxidants, colon cancer

RESUMEN. Composición de la dieta regional de Sonora, México: Incidencia de cáncer de colon. La dieta es responsable de aproximadamente un tercio de los cánceres. La ingesta de fibra dietética, energía, grasa y el consumo de frutas y verduras tienen un papel importante en el desarrollo de diferentes cánceres. La dieta mexicana tradicional se caracteriza por ser alta en fibra dietética, alta en grasa y energía pero muy baja en frutas y verduras. Es alta en fibra y fitatos insolubles. El objetivo de este estudio fue evaluar la composición de dietas regionales y relacionar esta composición a la incidencia de cáncer del colon en la región noreste de México. Se evaluaron dos dietas regionales, una con mayor contenido de frutas y verduras, pero ambas altas en grasa y fibra dietética. Una ecuación matemática mostró que la dieta típica presentó pocas nutrientes antioxidantes, aunque se encontró en estudio anterior una baja incidencia de cáncer del colon en ratas tratadas con un agente carcinógeno cuando fueron alimentadas con la dieta típica. Durante los años de 1991-1995, Sonora, México, reportó aproximadamente 20 casos/ 100.000 habitantes de cáncer del colon. Esta incidencia es baja comparado a otras regiones y probablemente se debe al alto consumo de fibra dietética, aunque esta protección no es completa. Adicionalmente, el alto consumo de fitatos con su efecto antioxidante tiene un papel importante. Se recomienda aumentar el consumo de nutrientes antioxidantes en la dieta típica.

Palabras clave: Fibra, fitatos, antioxidantes, cáncer de colon.

INTRODUCTION

Sonora, México is the most northern state of México, bordering the state of Arizona, USA. Due to its proximity to the United States the culture in Sonora is readily influenced by its neighbor. The diet in Sonora, México is rapidly changing and is influenced to a certain extent by the changes occurring in the socioeconomic development of the area. The advent of North America Free Trade Agreement (NAFTA) has brought even greater changes with the appearance of fast food chains and introduction into the marketplace a wide selection of imported processed foods. Comparing Sonora to other states of México, less poverty exists, average incomes are higher, and there are less nutritional problems. Most studies conducted in Sonora, in recent years, indicate the diet is adequate in protein although the diet is high in vegetable protein.

Many studies have shown that dietary levels of antioxidants

greatly affect plasma levels and the body's ability to protect against oxidative damages (1) and resultant diseases such as heart disease or cancer (2-4). One of the body's first defenses against cell damage from free radicals is the body's natural antioxidants. For colon cancer many factors play important roles in the diet. Studies have shown dietary fiber (5) and energy density to be very important (6) as well as certain antioxidants (4). Also of importance in this study is the potential antioxidative reaction of phytates (7,8). The typical Mexican diet is high in dietary fiber, high in saturated fats and low in antioxidants, due to the low consumption of fresh fruits and vegetables. In a review of the epidemiological evidence of the intake of fruit and vegetables and cancer prevention, Block, et. al. (9), showed a statistically significant protective effect of fruit and vegetable consumption for most cancer sites. The objective of this study was to evaluate the composition of the regional Mexican diet and relate this composition to the

incidence of colon cancer in the northern region of México.

MATERIAL AND METHODS

Diets

Diet information was obtained from a 24 h dietary recall for 550 adults, 25 years or older and diet preparation was according to methods reported by Wyatt et al., (10). Nutritional analysis of the diets was obtained using database, Nutritionist IV, (11). The two diets studied, are both high in fat and fiber but differ in the antioxidant content due to a decrease in fruit and vegetable consumption for the lower income population. The regional diets were designated HFHFLA (HIGH FAT, HIGH FIBER, LOW ANTIOXIDANT) for the typical diet and HFHFHA (HIGH FAT, HIGH FIBER, HIGH ANTIOXIDANT) for the diet that is consumed by the population with a higher income.

Fiber determination

Soluble, insoluble and total dietary fiber were determined by the AOAC Sec. 45.4.07, (12) utilizing dietary fiber kits (TD FAB-1 Sigma Chemical Co., St. Louis, MO and Tecator filtering and incubation equipment (Fibertec system E 1023, Tecator, Sweden).

Total phytates

Total phytates were determined by the AOAC method, Section 986.11 (13). The method was modified slightly in the digestion procedure. If digestion was incomplete after treatment with acids as specified in the technique, the samples were placed in a muffle furnace for 8 h at 535 C. The method was validated with a reference material, Red Wheat Bran (American Association of Cereal Chemists, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, MN 55121) using the values for phytates reported by Harland and Oberleas (14) and Harland et al. (15).

Antioxidant quotient

The Antioxidant Quotient (AQ), mg, was expressed as a mathematical value using the following equation:

$AQ = a + 0.8b + 0.17c + 0.5d + e + 0.5f + 0.1g + h$; where

a = ascorbic acid

b = dehydroascorbic acid

c = β carotene

d = other carotenoids

e = a tocopherol

f = β tocopherol

g = δ tocopherol

h = selenium

The biological activity of each nutrient was taken into consideration in the formula (16). Because of lack of data for all of the isomers of the different nutrients, for our situation the formula was reduced to the following:

$$AQ = a + c + e + h$$

Statistical analysis

Data were evaluated by one way ANOVA for treatment means ($p < 0.05$) using a computer software package, NCSS 97 (17).

RESULTS AND DISCUSSION

The main energy and protein providers in the traditional Mexican diet are beans, corn tortillas and flour tortillas. Basically, 20 different foods represent the most commonly consumed items in Sonora and the order of frequency is the only thing that will vary by regions (18). Table 1 presents the 20 basic food items and their per capita consumption in the traditional diet. In practically all regions, beans occupy first place, or the most frequently consumed item, followed by coffee, soda, corn and flour tortillas, and milk. The order is dictated, more than anything, by availability and price, that is to say in some of the small towns, corn tortillas are not readily consumed because no commercial source exists, and the families depend upon flour tortillas prepared in the home. The flour for corn tortillas is subsidized by the Mexican government and therefore, commercially, corn tortillas are less expensive than flour tortillas.

TABLE 1
Basic food items and percapita consumption for the regional diet (18).

| Basic food item | g/d |
|----------------------|-----|
| Beans, refried | 211 |
| Milk | 223 |
| Soda | 192 |
| Coffee | 156 |
| Corn tortilla | 121 |
| Meat | 67 |
| Flour tortilla | 88 |
| Eggs | 52 |
| Potatoes | 42 |
| Tomatoes | 32 |
| White bread | 27 |
| Pasta soup | 26 |
| Mexican white cheese | 13 |
| Rice | 20 |
| Beer | 35 |
| Oranges | 42 |
| Bananas | 15 |
| Fish | 10 |
| Sugar | 13 |
| Lettuce | 10 |

Description of the diet

Table 2 presents the food items and g consumed per day for

the two regional Mexican diets and Table 3 presents the daily intake of antioxidant nutrients, dietary fiber and the calculated AQ of the HFHFHA and HFHFLA diets as well as some references values for previous published studies for white American adults. Diet HFHFLA is representative for the majority of the population, which is considered to be low income. The distribution of energy in the traditional diet is 50% from carbohydrates, 14% from protein and 36% from fat. The traditional Mexican diet mimics the diet of industrial developed countries with its high fat content, however, it differs greatly in its dietary fiber content. The diet is characterized as being high in fat, high in dietary fiber, and low in antioxidant nutrients. The total dietary fiber intake is 44 g/d (Table 3) and the three basic food items of beans, corn and flour tortillas constitute 68% of the total dietary fiber intake with a daily per capita consumption of 217, 128, and 180 g respectively.

TABLE 2
Regional Mexican diets, high in fiber and fat, and low or high in antioxidants.

| Food item | HFHFLA g/d | HFHFHA g/d |
|------------------|---------------|---------------|
| Beans, refried | 217 | 70 |
| Tortillas, corn | 128 | 82 |
| Tortillas, flour | 180 | 52 |
| Potatoes, fried | 98 | 47 |
| Soda | 380 | 270 |
| Milk | 228 | 376 |
| Coffee | 435 | 397 |
| Eggs, fried | 70 | 69 |
| Rice, steamed | 112 | 111 |
| Cheese, white | 40 | |
| Tomatoes | 68 | 45 |
| Chile, serrano | 10 | 15 |
| Onions | 25 | 27 |
| Sugar | 24 | 23 |
| Vegetable oil | 10 | 19 |
| Meat, fried | 60 | 104 |
| Bread, white | | 74 |
| Lettuce | | 42 |
| Carrots | | 19 |
| Celery | | 5 |
| Oranges | | 100 |
| Beef, dried | | 43 |
| Beer | | 710 |
| Avocados | | 92 |

HFHFLA-high in fat, high in fiber, low in antioxidants.

HFHFHA-high in fat, high in fiber, high in antioxidants.

As income improves, fiber consumption decreases and antioxidants increase (Table 3), 30 g/d and an AQ of 95 compared to 1.7 for the HFHFLA diet. Diet HFHFHA is

typical for individuals with higher income (Table 2). The distribution of energy in this diet is 45% from carbohydrates, 14% of the calories from protein, 35% from fat, and 6% from alcohol. It shows an increase in the consumption of fresh fruits and vegetables and more animal products, which are more expensive food items.

Fiber has received a great deal of attention in relation to diet and certain diseases, particularly cancer (19). Large differences exist between human populations in the frequency of colonic cancer. Epidemiological evidence indicates that these differences are strongly influenced by country of residence, and a negative correlation has been found between the fiber content of the diet and frequency of colonic cancer. Other dietary factors such as, type and amount of fat, calories and antioxidants like ascorbic acid, vitamin E, and carotenoids are very important when one considers dietary factors and cancer.

Using the values reported for what antioxidant nutrients that were available from the references studies for American adults, AQ's were calculated to compare these values with the values reported in this study. Calculated AQ's ranged from 39.54 (20) to 89.1 (21). Dietary fiber intakes of 6.6 and 13.2 g/d were reported in two of the studies (22,23). Comparing the data of this study to these values, the traditional regional Mexican diet, HFHFLA, represents a high intake of dietary fiber, 44 g/d with a corresponding low AQ of 1.71. The diet representative of the higher income group, HFHFHA, has a lower dietary fiber intake, 30 g/d, but still well above the typical intake for Americans and an AQ that is high but similar to the value calculated for the NHANES II study (21).

It is recognized that a large number of potentially anticarcinogenic chemical components are present in foods such as folate, indoles, isothiocyanates, allyl derivatives, plant sterols, isoflavones, protease inhibitors, and coumarins (24) and these compounds could participate in the protective effect. These compounds were not included in the formula but as more quantitative information becomes available, the expression can be fine tuned to be more inclusive.

Other studies have reported on antioxidant capacity or activity of individual foods or diets, measured by different means. Robinson et al., in 1997 (25), reported on the antioxidant activity of black tea using the enhanced chemiluminescence technique. This activity was attributed to the flavonoids and other polyphenols found in tea. Also by the chemiluminescent assay, red wine was evaluated as to its effect on serum antioxidant capacity (26). The Mediterranean diet, which is high in fresh fruit and vegetables, was described as having a high antioxidant potential and modulates oxidative stress through complex mechanisms (27).

Type of fiber, whether it is soluble or insoluble seems to be related with colon cancers. The traditional regional diet is very high in insoluble fiber, 88 % (Figure 1). Insoluble dietary fiber passes through the digestive tract largely unmetabolized and is thought to help in the elimination of carcinogens. Per Sjodin

et. al., (29) showed insoluble fibers reduced the uptake of a food carcinogen and decreased the transit time through the gastrointestinal tract. The increased fecal bulk provided by fiber will dilute colonic contents.

TABLE 3
Daily intake of antioxidant nutrients and dietary fiber of the HFHFHA and HFHFLA diets with reference values

| Diet | Ascorbic Acid ¹ (mg/d) | α -tocopherol ² (mg/d) | β -carotene ³ (mg/d) | Selenium ⁴ (mg/d) | Dietary Fiber (g/d) | AQ |
|-------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------|
| HFHFHA | 93 | 1.8 | 0.77 | 0.26 | 30.4 | 95.19 |
| HFHFLA | 24.6 | 1.5 | 0.21 | 0.17 | 44.6 | 26.33 |
| CARDIA (20) | 22.1 | 17 | 2.6 | | | 39.54 |
| Newell et al (22) | 41.1 | | | | 6.6 | 41.1 |
| San Antonio (23) | 63.7 | | | | | 63.7 |
| NHANES II (21) | 89.1 | | | | 13.2 | 89.1 |

1 unpublished data

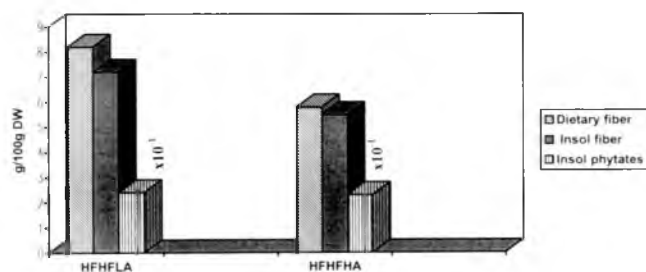
2 Wyatt et al., (28)

3 Nutritionist IV (11)

4 Wyatt et al., (10)

FIGURE 1

Dietary fiber, insoluble fiber and insoluble phytates in regional Mexican diets



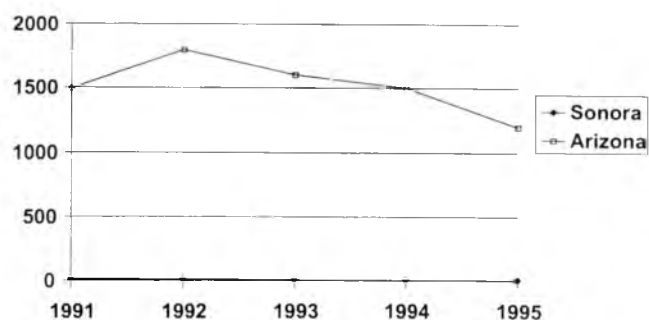
Diets high in phytates have been thought to play a protective role in cancer by the phytates acting as an antioxidant. Phytic acid forms iron chelates, inhibiting *in vitro* iron catalyzed hydroxyl radical formation. (Fenton reaction) and lipid peroxidation (7,8). Unlike flavonoids and most other antioxidants, phytic acid does not act as an antioxidant by scavenging radicals, but it exerts its activity through inhibition of the iron-mediated generation of hydroxyl radicals. On the assumption that phytic acid suppress oxidant damage to intestinal epithelium cells in this or in another way, its possible anticarcinogenic properties have been studied intensively. Epidemiological studies indicate that the prevalence of colon cancer declines with increasing intake of dietary fiber. It has been hypothesized therefore that high levels of dietary phytate may protect against colon cancer (7,8). The regional Mexican diets are not significantly different ($p=0.001$) in their insoluble phytate content. The HFHFLA contains 238 mg insoluble phytates/ 100 g, on a dry weight basis, compared to 225 mg/100g for the HFHFHA diet (Figure 1).

Cancer situation

Health statistics for the state of Sonora present an interesting panorama in regards to the incidence of colon and stomach cancer in comparison to its neighboring state of Arizona, and other more industrialized countries. Figure 2 presents the number of cases of colon cancer reported in the states of Sonora and Arizona for the period of 1991-1995.

FIGURE 2

Number of reported cases of colon cancer in Sonora, México and Arizona, USA



As can be seen, the cases of colon cancer are very low for the state of Sonora. On the basis of population, the number of cases of colon cancer in Arizona is over ten fold greater than in Sonora (30,31). The lack of adequate consumption of fruits and vegetables to cancer incidence has been related to most types of cancer (lung, larynx, oral cavity, esophagus, stomach, colon and rectum, bladder, pancreas, cervix, and ovary (9, 32). Ferguson et. al., in 1995 (33) reported on an interesting study that has particular application to this paper. These workers

evaluated the intake of specific food plants by Polynesians as compared to other ethnic groups in New Zealand and attempted to explain the incidence of colorectal cancer that is observed between these groups. Unfortunately they failed to obtain actual data on dietary intake which would have been a real contribution of the study. They attributed the lower incidence of colorectal cancer observed in the Polynesians to the differences in consumption of specific food plants. The Polynesians have high intakes of alcohol, fat, energy, and high body mass indexes, all of which are very similar to characteristics of Mexicans and their diet. One important difference is the high intake of dietary fiber in the Mexican diet which is attributed mainly to beans and tortillas, not fruit and vegetables that constituted the major food plants in the New Zealand study, although some legumes were included.

In an earlier study in rats (34), the traditional regional diet (HFHFLA), which represents the diet for approximately 72% of the Mexican population (10) was shown to have a tendency to protect against colon cancer. This effect was attributed to the high dietary fiber content of the diet.

CONCLUSIONS

From the data of this study it appears that the typical regional Mexican diet offers a degree of protection against the development of colon cancer, however not completely. This effect is attributed to the high dietary fiber content of the diet. Additional protection could be obtained with higher levels of antioxidant nutrients. This combined epidemiological and experimental data confers with the findings of others, that diets rich in fiber and phytic acid are associated with decreased risk of colonic cancer in human populations.

REFERENCES

- Ames B. Dietary Carcinogens and Anticarcinogens: Oxygen Radicals and Degenerative Diseases. *Sci* 1983;221:1256-1264.
- Kune S, Kune GA, Watson LF. Case-Control Study of Dietary Etiological Factors: The Melbourne Colorectal Cancer Study. *Nutr Cancer* 1987; 9:21-42.
- West DW, Slattery ML, Robison LM, et al. Dietary Intake and Colon Cancer: Sex- and Anatomic Site-Specific Associations. *Am J Epidemiol* 1989;130:883-894.
- Shibata A, Hill-Paganini A, Ross RK, Henderson BE. Intake of Vegetables, Fruits, beta-carotene, Vitamin C and Vitamin Supplements and Cancer Incidence Among the Elderly: A Prospective Study. *Br J Cancer* 1992; 66: 673-679.
- Heilbrun LK, Nomura A, Hankin JH, Stemmerman GN. Diet and Colorectal Cancer with Special Reference to Fiber Intake. *Int J Cancer* 1989; 44:1-6.
- Lyon JL, Mahoney AW, West DW, et al. Energy Intakes: Its Relationship to Colon Cancer Risk. *JNCI* 1987;78:853-861.
- Graf E, and Eaton JW. Antioxidant Functions of Phytic Acid. *Free Rad Biol and Med* 1990; 8: 61-69.
- Graf E and Eaton JW. Suppression of Colonic Cancer by Dietary Phytic Acid. *Nutr and Cancer* 1993; 19:11-19.
- Block G, Patterson B, and Subar A. Fruit, Vegetables and Cancer Prevention: A Review of the Epidemiological Evidence. *Nutr. Cancer* 1992;18:1-29.
- Wyatt CJ, Méndez RO, Triana MA, Meléndez JM. Protein, Energy, Fat, and Mineral Composition of Diets for Low-Income Adults in Sonora, México. *J of Agri and Food Chem* 1995; 43:2636-2640.
- Nutritionist IV. First Data Bank, Hearst Corporation. San Bruno, CA. 1996
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. «Official Methods of Analysis» 16th ed Arlington, VA U. S. A. 1996.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. «Official Methods of Analysis». 15 th ed Arlington, VA. USA. 1990.
- Harland BF and Oberleas D. Anion-exchange Method for Determination of Phytate in Foods: Collaborative Study. *J Assoc Off Anal Chem* 1986; 69:667-670.
- Harland BF. Dietary Fiber and Mineral Bioavailability. *Nutr Res Rev* 1988; 2:133-147.
- NAS. National Academy of Sciences. Recommended Dietary Allowances, 10th ed. Washington, DC. 1989.
- NCSS 97. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville, UT. 1997
- Valencia ME, Jardines RP, Noriega GE, Wong P, Grijalva MI, Cruz MR, Saucedo MS, Celaya S, Ramos BL, Soler FI. Estudio Nutricional en la Zona Serrana del Estado de Sonora. *Tech. Rep 81-001*. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores del Noroeste, A. C. (Presently CIAD, A. C.) Hermosillo, México. 1981.
- Trock B, Lanza E, and Greenwald P. Dietary Fiber, Vegetables and Cancer: Critical Review and Meta-Analyses of the Epidemiologic Evidence. *JNCI*. 1990;82:650-661.
- McDonald A, Van Horn L, Slattery M, Hilner J, Bragg C, Jacobs D, Huber H, Betz E. The CARDIA Dietary History: Development, Implementation and Evaluation. *J Am Diet Assoc* 1991;91:1104-1112.
- Murphy SP and Calloway D H. Nutrient Intakes of Women in NHANES II, Emphasizing Trace Minerals, Fiber, and Phytate. *J Am Diet Assoc* 1986;86:1366-1372.
- Newell GR, Borrud LG, McPherson RS, Nichaman MZ, Pillow PC. Nutrient Intakes of Whites, Blacks, and Mexican Americans in Southeast Texas. *Prev Med* 1988;17:622-633.
- Haffner SM, Knapp JA, Hazuda HP, Stern MP, Young EA. Dietary Intakes of Macronutrients Among Mexican Americans and Anglo Americans: the San Antonio Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1985;42:1266-1275.
- Steinmetz KA, and Potter JD Food-Group Consumption and Colon Cancer in the Adelaide Case-Control Study. 1. Vegetables and Fruit. *Int J Epidemiol* 1993;53:711-719.
- Robinson EE, Maxwell SR, and Thorpe GH. An Investigation of the Antioxidant Activity of Black Tea using Enhanced Chemiluminescence. *Free Radi Res* 1997;26(3):291-302.
- Whitehead TP, Robinson D, Allaway S, Syms J, and Hale S. Effect of Red Wine Ingestion on the Antioxidant Capacity of Serum. *Clin Chem* 1995;41(1):32-35.
- Ghiselli A, D'Amicis A, Giacosa A. The Antioxidant Potential of the Mediterranean Diet. *Eur J Cancer Prev* 1997;6 Suppl 1:S15-S19.
- Wyatt CJ, Perez S, Mendez R O. α - and γ -Tocopherol Content

- of Selected Foods in the Mexican diet; Effect of Cooking Losses. *J Agric Food Chem* 1998 (accepted).
29. Per Sjodin P, Nyman M, Nielsen LL, Wallin H, and Jagerstad M. Effect of Dietary Fiber on the Disposition and Excretion of a Food Carcinogen (2-14C Labeled MeIQx) in Rats. *Nutr Cancer* 1992;17:139-151.
 30. Arizona Department of Health Services: Cancer Incidence and Survival. Arizona Cancer Registry, Phoenix, AZ 85007. 1996.
 31. Secretaria de Salud P'blica del Estado de Sonora. Dirección General de Servicios de Salud. Dirección de Epidemiología, Hermosillo, Son., México. 1996.
 32. Hill MJ, Giacosa A, and Caygill CPJ, eds. *Epidemiology of Diet and Cancer*, Ellis Horwood, London. 1994.
 33. Ferguson LR, Yee RL, Scragg R, Metcalf P and Harris PJ. Differences in Intake of Specific Food Plants by Polynesians May Explain their Lower Incidence of Colorectal Cancer Compared with Europeans in New Zealand. *Nutr Cancer* 1995; 23: 33-42.
 34. Wyatt CJ, Dorado I, Valencia ME, Navarro E. Colon cancer in rats and diet in the Sonoran Desert Region of México. *Arch. Latinoamer Nutr* 1996; 45:33-37.

Recibido: 18-11-1997

Aceptado: 19-06-1998

Aleitamento materno em favelas: um programa de incentivo a través de visitas domiciliares

Maria Helena do Nascimento Souza, Ana Lydia Sawaya, Ricardo Sesso, Dirce Maria Sigulem

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO. O presente trabalho constituiu-se de uma avaliação do tempo de aleitamento materno, mediante visitas domiciliares a 125 mulheres residentes em favelas da região de Vila Mariana, município de São Paulo, que receberam ou não intervenção educativa. Quanto ao tempo de duração do aleitamento materno, verificou-se uma mediana acima de seis meses, após a intervenção. Comparando o tempo de amamentação dos grupos com e sem intervenção, observou-se que no grupo que recebeu a intervenção educativa a proporção de crianças que foram amamentadas por seis meses ou mais foi de 64%, enquanto que no grupo sem intervenção essa taxa foi de 17% ($p < 0,001$). Após a intervenção educativa houve um aumento significativo do número de mães que amamentaram seus filhos, comparando com a prática efetuada no grupo sem intervenção.

Palavras-chave: Aleitamento materno, educação em saúde, enfermagem em saúde comunitária.

SUMMARY. Breastfeeding in shantytowns: an educational program through home visits. This is a study of breastfeeding length, with and without a community educational program. It was done through home visits to 125 women residing in Vila Mariana shantytowns in the city of São Paulo. It was found that breastfeeding lasts an average of more than 6 months after the educational intervention. When comparing the group that received education with the one that didn't, it was observed that in the former the percentage of children breastfed for 6 months or longer was 64%, while in the control group it was 17% ($p < 0.001$). This shows a significant increase in the number of mothers who nursed their children after an educational program promoting breastfeeding.

Key words: Breast-feeding, health education, nursing in community health.

INTRODUÇÃO

A utilidade do leite materno na alimentação infantil nos primeiros meses de vida é inquestionável, sendo inúmeros os estudos que apontam as vantagens do ponto de vista nutricional, anti-infeccioso, imunológico, econômico, emocional e anticoncepcional (1-7).

É de consenso que o leite materno deve ser utilizado como fonte exclusiva de nutrientes para a criança durante os primeiros 4 a 6 meses de vida (4,8-11). No entanto, embora esteja comprovada a superioridade do leite materno sobre outros alimentos nos primeiros meses de vida, há uma tendência ao declínio da prática da amamentação nos países como um todo (4).

Sabe-se que em países em desenvolvimento, onde prevalece a pobreza, o declínio das taxas de aleitamento materno tem um efeito deletério sobre a saúde infantil (12-15). Tal fato é evidente quando se observa, entre outros, os índices de internações hospitalares por doenças diarréicas ou respiratórias, a prevalência de desnutrição ou as taxas de mortalidade infantil, desses países.

As condições ambientais também podem interferir de forma considerável na prática do aleitamento. Martins Filho (16), Torres et al. (17), e Viaro et al. (18) mencionam que em locais onde o saneamento básico é deficiente, a maioria das

crianças em aleitamento artificial recebem um alimento muito diluído e contaminado que causa a desnutrição, a qual, associada a episódios frequentes de diarreia infecciosa, conduz ao aumento da mortalidade.

No Brasil, estudos indicam que não só o número de mulheres que amamentam é baixo, como também o tempo de duração da amamentação é extremamente curto (7,12).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (PNSN), desenvolvida em 1989, cerca de 40% das crianças eram desmamadas após o terceiro mês de idade e aos seis meses 61% haviam deixado de receber totalmente o leite materno (19).

Neste sentido, o apoio à mulher lactante é essencial para o sucesso do aleitamento, ressaltando-se a influência da intervenção desde o período gestacional com a finalidade de diminuir a possibilidade do desmame precoce (20-22).

A eficácia da atuação do profissional de saúde é aumentada quando este se integra a comunidade por meio da assistência domiciliar, onde tem a oportunidade de supervisionar e avaliar o conhecimento fornecido no serviço de saúde e fornecer orientações de acordo com a necessidade da nutriz (23). Além disso, a visita domiciliar constitui um tipo de intervenção de baixo custo (24).

No município de São Paulo, a partir da década de 70, ao lado do processo de intenso crescimento econômico, observou-

se um aumento da situação de pobreza na cidade, destacando-se um crescimento do número de favelas (25). Por favela, entende-se “um conjunto de moradias construídas de madeira, zinco, lata, papelão e mesmo alvenaria caracterizadas por sua inadequação e precariedade, em geral distribuídas desorganizadamente em terrenos cuja propriedade do lote, não é legalizada para aqueles que o ocupam, possuindo no mínimo, duas unidades habitacionais no mesmo lote” (25).

Neste contexto, reconhecendo a importância do leite materno sobre a saúde infantil, os objetivos do presente estudo foram: promover a prática do aleitamento materno junto às mães moradoras em favelas e avaliar o tempo de duração da amamentação dos grupos com e sem intervenção. Este trabalho, de acordo com o nosso conhecimento, é o primeiro relato de intervenção à nível domiciliar, mediante estudo longitudinal, em favelas no Brasil.

MÉTODOS

A população estudada foi constituída de 125 mulheres que possuíam crianças menores de um ano e residiam em quatro favelas da região de Vila Mariana, no município de São Paulo.

Para a identificação da população, realizou-se dois censos nas favelas supracitadas. O primeiro foi realizado em 1992 e 75 mulheres (Grupo sem intervenção) foram identificadas e entrevistadas.

Posteriormente, no ano de 1993 e 1994 realizou-se novamente outro censo nestas favelas, onde foram identificadas 74 mulheres (Grupo com intervenção). Destas, foram estudadas 50, sendo que as demais foram excluídas devido: mudança de endereço (n=9), desistência do acompanhamento (n=12), óbito da criança (n=2) e gestação gemelar (n=1). Nenhuma mãe do Grupo com intervenção estava incluída no Grupo sem intervenção.

Às mães do Grupo sem intervenção, foi aplicado um formulário a fim de conhecer as condições ambientais e familiares, bem como o tempo de aleitamento materno de seu último filho.

O segundo estudo constituiu-se de uma avaliação do tipo longitudinal em que as mulheres foram expostas à intervenção educativa sobre a prática do aleitamento materno e acompanhadas desde o período gestacional até seis meses após o parto.

No período gestacional as orientações ocorreram através de visitas domiciliares mensais, realizadas por uma enfermeira, sendo abordados os seguintes temas: expectativa quanto a gestação, parto e amamentação; orientação sobre a importância do Pré-Natal; cuidado com as mamas; noções de anatomia da mama; noções de fisiologia da lactação; vantagens do aleitamento materno e técnicas de amamentação. A duração média das visitas foi de 30 minutos.

Após o parto, estas mães foram acompanhadas a nível domiciliar com a seguinte frequência: na primeira e segunda semanas pós-parto e mensalmente até o sexto mês de vida da

criança. Sendo que durante esse período, além dos temas citados acima, de acordo com a necessidade ou dificuldade da mãe eram abordados os seguintes temas: diferenças entre a composição do leite humano e o leite de vaca; técnicas de amamentação; dificuldades ou problemas comuns na amamentação; e consequência do desmame precoce.

As mulheres foram visitadas, em média, doze vezes em seus domicílios. No entanto, a permanência semanal nas favelas, possibilitou vários contatos informais, com as mesmas.

Métodos estatísticos

Para a análise dos resultados foram utilizados os testes (26): Mann-Whitney ou teste t de Student, quando indicado, para a comparação das variáveis com distribuição contínua e o teste do qui-quadrado para a comparação de variáveis categóricas, entre os grupos com e sem intervenção. Foram calculadas as probabilidades cumulativas de haver interrupção da amamentação nos grupos com e sem intervenção, através do método de Kaplan-Meier. As curvas de probabilidades cumulativas foram comparadas através do logrank test. Foi utilizado o Cox proportional hazards model para se investigar a influência da intervenção sobre o aleitamento materno ajustando-se para outros possíveis fatores que pudessem estar associados ao tempo de aleitamento. As variáveis independentes investigadas foram: idade materna, estado civil, paridade, tipo de construção da moradia, número de cômodos, abastecimento de água e presença de alojamento conjunto na maternidade.

Todos os testes foram bi-caudais e fixou-se em 5% ($p < 0,05$) o nível para a rejeição da hipótese de nulidade.

RESULTADOS

A duração do aleitamento materno nos grupos estudados é apresentada na Tabela 1. Verificou-se uma mediana de duração de 75 dias no Grupo sem intervenção, sendo que 33% das mães haviam desmamado seus filhos com menos de um mês de vida. No grupo que recebeu intervenção a mediana de duração da amamentação foi maior que 180 dias (Grupo 2), sendo que 2% das mães desmamaram seus filhos com menos de um mês.

TABELA 1

Tempo de duração do aleitamento materno dos Grupos sem e com intervenção.

| Duração (em dias) | Grupo sem intervenção | | Grupo com intervenção | |
|-------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | N | % | N | % |
| 0 - 30 | 23 | 31,0 | 1 | 2,0 |
| 30 - 90 | 16 | 21,0 | 8 | 16,0 |
| 90 - 180 | 23 | 31,0 | 9 | 18,0 |
| ≥180 | 13 | 17,0 | 32 | 64,0 |
| Total | 75 | 100,0 | 50 | 100,0 |

Nos dois grupos observou-se uma alta proporção de mães jovens, com baixa escolaridade e que viviam com o marido ou companheiro e que não trabalhavam fora do lar (Tabelas 2, 3).

TABELA 2
Características sócio-demográficas e de moradia, dos grupos sem e com intervenção

| Características | Grupo sem intervenção n= 75 | Grupo com intervenção n= 50 | p |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|
| Tipo de construção, n (%) | | | 0,009 |
| alvenaria | 22 (29,0) | 28 (56,0) | |
| madeira ou mista | 53 (71,0) | 22 (44,0) | |
| No. de cômodos, n (%) | | | |
| <= 2 | 57 (76,0) | 28 (56,0) | |
| > 2 | 18 (24,0) | 22 (44,0) | |
| Média ± DP | 2,1±1,4 | 2,7±1,7 | 0,040 |
| No. de pessoas | | | |
| Média ± DP | 5,1±3,2 | 5,1±2,2 | 0,990 |
| Abastecimento de água, n (%) | | | |
| rede pública de água | 64 (86,0) | 50 (100,0) | 0,007 |
| Estado civil, n (%) | | | |
| solteira | 11 (15,0) | 9 (18,0) | |
| casada | 39 (52,0) | 13 (26,0) | |
| amasiada | 25 (33,0) | 28 (56,0) | 0,020 |
| Escolaridade, n (%) | | | |
| <= 4a. série I Grau | 50 (66,0) | 32 (64,0) | |
| > 4a. série I Grau | 25 (34,0) | 18 (36,0) | 0,909 |
| Situação de trabalho, n (%) | | | |
| do lar | 40 (53,0) | 33 (66,0) | |
| remunerado fora do lar | 35 (47,0) | 17 (34,0) | 0,198 |

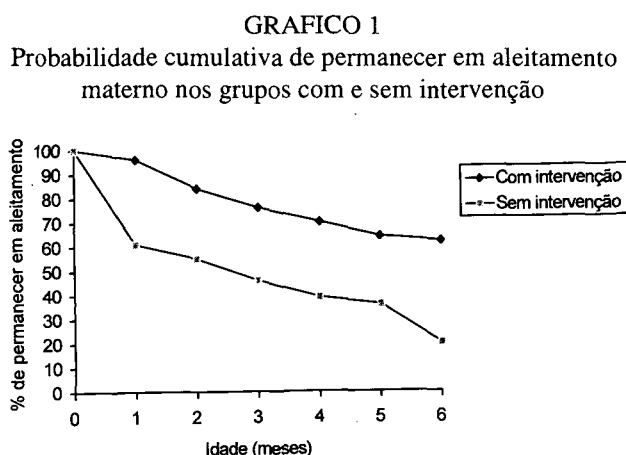
TABELA 3
Características da história obstétrica e condições de parto, dos grupos sem e com intervenção

| Características | Grupo sem intervenção n= 75 | Grupo com intervenção n= 50 | p |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|
| Idade materna | | | |
| Média ± DP | 29,7±8,2 | 23,4±5,9 | < 0,001 |
| No Consultas de Pré Natal | | | |
| Média ± DP | 5,65±3,4 | 5,57±2,8 | 0,88 |
| ≥ 6 | 40 (54,0) | 26 (52,2) | |
| Partos anteriores | | | |
| primíparas | 21 (28,0) | 13 (26,0) | |
| ≥ 4 partos | 22 (30,0) | 4 (8,0) | < 0,01 |
| Ganho de peso gestacional | | | |
| Média ± DP | 9,55±3,7 | 11,21±5,3 | 0,06 |
| ≥ 9 kg | 46 (62,0) | 35 (70,0) | |
| Tipo de parto | | | |
| normal | 46 (61,0) | 30 (60,0) | 0,90 |
| cesárea/fórceps | 29 (39,0) | 20 (40,0) | |
| Peso ao nascer | | | |
| Média ± DP | 3,0±0,60 | 3,2±0,38 | 0,18 |
| ≥ 3,0 | 44 (59,0) | 36 (72,0) | |
| Alojamento conjunto | | | |
| sim | 57 (76,0) | 21 (42,0) | < 0,01 |
| Sexo | | | |
| masculino | 39 (52,0) | 31 (62,0) | 0,92 |
| feminino | 36 (48,0) | 19 (38,0) | |

Quanto a assistência pré-natal verificou-se que mais da metade das mães foram a 6 ou mais consultas de pré-natal e a média de peso gestacional apresentou uma tendência a ser maior no grupo que recebeu a intervenção (Tabela 3).

Com relação ao número de partos, observou-se que uma proporção maior de mães do grupo sem intervenção possuíam 4 filhos ou mais (30% vs 8%, p<0,01). Com relação ao local de permanência da mãe e da criança após o parto, observou-se que uma proporção maior de mães do Grupo sem intervenção ficaram no sistema de alojamento conjunto (76% vs 42%, p<0,01).

Comparando-se o tempo de aleitamento materno dos dois grupos com e sem intervenção, mediante a análise das curvas de probabilidade cumulativas, observou-se um aumento significativo na duração do aleitamento materno no grupo que recebeu intervenção (17% vs 64%, p<0,001) (Gráfico 1).



Na análise multivariada (Tabela 4) observou-se, ainda, que as mães que não receberam intervenção educativa tiveram uma chance 2,74 vezes maior de interromper a amamentação durante os 6 meses de seguimento, em relação aquelas que receberam a intervenção, ajustando-se para diversos possíveis fatores de risco. De fato, nesta análise, apenas a variável intervenção esteve significativamente associada ao tempo de amamentação.

DISCUSSÃO

O presente estudo permitiu avaliar a prática da amamentação, bem como identificar as características sócio-demográficas e de moradia de mães residentes em favelas, que receberam ou não incentivo ao aleitamento materno.

Avaliando o tempo de duração do aleitamento materno nas comunidades estudadas, observou-se um aumento significativo desta prática entre as mulheres que receberam intervenção.

Ao comparar os dois grupos, verificou-se que o grupo exposto à intervenção apresentava melhores condições sócio-demográficas e de moradia que o não exposto. No entanto, na

análise multivariada, utilizando o modelo de risco proporcional de Cox, observou-se que a ausência de intervenção foi o único fator associado a interrupção da amamentação, controlando-se para os demais possíveis fatores de risco para a continuidade da amamentação e que apresentava diferente distribuição entre os grupos.

TABELA 4

Análise multivariada, segundo o modelo de risco proporcional de Cox, para possíveis fatores associados à interrupção de amamentação

| Variáveis | Risco proporcional | 95% IC |
|---|--------------------|-------------|
| Tipo de construção madeira vs alvenaria | 0.85 | 0.92 - 1.47 |
| Número de cômodos ≤ 2 vs > 2 | 0.99 | 0.99 - 1.01 |
| Abastecimento de água mina vs rede pública | 0.77 | 0.72 - 1.59 |
| Idade materna ≤ 25 vs > 25 | 1.29 | 0.88 - 1.29 |
| Estado civil solteira vs casada | 0.95 | 0.96 - 1.04 |
| Alojamento conjunto nã vs sim | 0.76 | 0.89 - 1.30 |
| Número de partos ≤ 2 vs > 2 | 2.10 | 0.91 - 3.69 |
| Intervenção não vs sim | 2.60° | 1.21 - 5.13 |

IC, intervalo de confiança

* P < 0.02

Atualmente há vários estudos que comprovam a eficácia dos programas de incentivo ao aleitamento materno, principalmente junto à população de baixa renda, onde a baixa frequência e a curta duração do aleitamento colaboram para aumentar os índices de infecções precoces e de desnutrição entre as crianças (27,28). Torres et al. (17) observaram que 66,2% das crianças moradoras em favelas foram amamentadas durante um período de 2,2 meses e que cerca de 33,8% não haviam recebido leite materno. Os mesmos autores referem que o desmame precoce pode ser uma das causas da alta prevalência de desnutrição infantil (acima de 40%) encontrada nestas comunidades.

Granzoto et al. (12) realizando um trabalho de incentivo ao aleitamento materno com mulheres, desde a gestação até 6 meses de vida da criança, detectaram que no quarto mês de vida mais da metade das crianças haviam deixado de receber leite materno e que no final do sexto mês, apenas 33% estavam sendo amamentadas ao seio. No presente estudo, notou-se que a proporção de mulheres que amamentaram seus filhos por mais de 6 meses foi quase o dobro da encontrada pelos autores supracitados.

Apesar de múltiplos fatores contribuírem na decisão da

mãe para amamentar durante os primeiros 4 a 6 meses de vida da criança (29,12,30), demonstrou-se que os profissionais de saúde têm grande responsabilidade no que diz respeito ao estabelecimento da prática do aleitamento materno, sendo que a eficácia da intervenção aumenta com a precocidade da atuação e o contato direto com a população, através de visitas domiciliares.

Conclui-se portanto, que as atividades educativas no período gestacional e durante os 6 primeiros meses de vida, interferiram positivamente na duração da amamentação das crianças moradoras nas favelas, consideradas como ambiente de risco para a desnutrição e infecções frequentes.

REFERÊNCIAS

1. Feachem RG & Koblinsky MA. Medidas para el control de las enfermedades diarreicas in niños menores de cinco años. IV. Fomento de la lactancia materna. Bol Sanit Panam, 1985; 99(5): 464-494.
2. Murahovschi J, Teruya K, Nascimento ET, Bueno LES, Almeida SL, Dizaro JE, Costa CC, Quaresma MF, Giménez AR. Curvas e tabelas de crescimento de lactentes brasileiros de 0-6 meses de idade alimentados exclusivamente com leite materno. A R S Médica, Santos, 1986; 13 (1/2/3/4): 17-34, jan/dez.
3. Dewey KG, Peerson JM, Weining MJ, Nommsen RA, Lonnerdal BO, Romaña GL, Kanashiro HC, Black RE, Brown KH. Growth patterns of breast-fed infants in affluent (United States) and poor (Peru) communities: implications for timing of complementary feeding. Am J Clin Nutr, 1992; 56: 1012-1018.
4. WHO. Recommended length of exclusive breast-feeding, age of introduction of complementary foods and the weaning dilemma. Washington, WHO/CDD/EDP, 1992; 28p.
5. Gray S. Comparison of effect of breast-feeding practices on birth-spacing in three societies: nomadic turkana, goinj, end quechna. J Biosoc Sci, 1994; 26: 69-90.
6. Almeida MF. Aleitamento materno: acima de tudo um ato de amor. Pediatria moderna 1993; 29(5): 637-639, ago.
7. OPS/OMS. Las condiciones de salud en las Américas. Washington, D.C.; OPS. 2v., 1994; p.90-91. (Publicacion Científica n° 549).
8. Ebrahim GJ. Nutrition in mother and child health. Macmillan Education. London, 1983; p. 54-83
9. Jelliffe EFP. Breast-feeding and the prevention of malnutrition. Med J Malaysia, 1986; 41(1): 88-92.
10. Monteiro LAG, Bettiol H, Barbieri MA, Ciampo LAD, Ricco RG. Alimentação do lactente: a propósito da introdução de aleitamento não lácteos. Medicina, Ribeirão Preto, 1990; 23(3): 209-218, jul/set.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. Programa Nacional de incentivo ao aleitamento materno. Brasília, MS/INAN, julho, 1991.
12. Granzoto JA, Bertoni AL, Vecchi AA, Rodríguez E. A importância do incentivo pré-natal na amamentação de primíparas. Jornal de Pediatria, 1992; 68(1/2): 34-37.
13. Martínez JC, Ashworth & Kirkwood B. Breastfeeding among the urban poor in southern Brazil: reasons for termination in the first 6 months of life. World Health Organization, 1989; 67(2): 151-161.

14. Barros FC, Victora CG, Vaugnan JP. Breast feeding and socio economic status in southern Brazil. *Acta Paediatr Scand*, 1986; 75:558-562.
15. Cunningham WE & Segree W. Breast feeding promotion in on urban and a rural Jamaican Hospital. *Soc Sci Med*, 1990; 30(3): 341-348.
16. Martins Filho J & Sanged CAA. Aleitamento materno: modificação da prevalência da amamentação, na região de Campinas, após 8 anos de estímulo contínuo, em nível ambulatorial. *J Ped*, 1987; 62(6): 251-256.
17. Torres AL, Viaro T, Kallas MRE, Tabulsi LR, Fagundes-Neto U. Observações sobre a favela da Cidade Leonor, São Paulo - III - Contaminação Ambiental e a Prática do Aleitamento Natural. *Rev Paul Med*, 1991; 109(6): 273-277.
18. Viaro T, Kallas MER & Fagundes-Neto U. Observações sobre a favela da Cidade Leonor, São Paulo - II - Acompanhamento longitudinal clínico e antropométrico de crianças durante o primeiro ano de vida. *Rev Paul Med*, 1991; 109(6): 242-246.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. Pesquisa nacional sobre saúde e nutrição - resultados preliminares. Brasília, MS/INAN, março, 1990.
20. Bloom K, Goldbloom RB, Robinson SC, Stevens FE. II Factors effecting the continuance of breast feeding. *Acta Paediatr Scand*, 1982; Suppl. 300: 9-13.
21. Hally MR, Bond J, Crawley J, Gregson N, Philips P, Russell I. Factors influencing the feeding of first - born infants. *Acta Paediatr Scand*, 1984; 73: 33-39.
22. Moore ER, Bianch-Gray M, Stephens L. A community Hospital-Based breast feeding counseling service. *Pediatric Nursing*, 1991; 17(4): 383-389, jul/aug.
23. Paiva MS, Miya Zawa NS & Cozzupoli CA. Assistência de enfermagem perinatólógica pós-natal. *Acta Paul Enf*, 1989; 2(2): 55-62, jun.
24. Barros FC, Halpern R, Victora CG, Teixeira AMB, Béria JU. Promoção da amamentação em localidade urbana da região sul do Brasil: estudo de intervenção randomizado. *Rev Saúde Pública*, 1994; 28(4):277-83.
25. São Paulo (cidade). Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano - Censo das favelas do município de São Paulo. São Paulo, 1988 (mimeo).
26. Dixon WJ. *BMDP Statistical Software Manual*. Berkeley. Los Angeles, CA, vol. 1, 1992.
27. Fagundes-Neto V, Viaro T, Wenba J, Patricio FRS, Machado NL. Tropical enteropathy (environmental enteropathy in early childhood: a syndrome caused by contaminated environment. *J Trop Pediatr*, 1984; 30: 203.
28. Mata L. The malnutrition-infection complex and its environment factors. *Proc Nutr Soc*, 1979; 38: 29-40.
29. Caetano LC. Aleitamento Materno: fatores que contribuem para sua prática. São Paulo, 1992 (Tese de Mestrado-Escola Paulista de Medicina).
30. Rea MF & Berquó ES. Impact of the Brazilian national breast-feeding programme on mothers in Greater. São Paulo. *Bull of the World Health Organization*, 1990; 68(3): 365-371.

Recibido: 23-07-1997

Aceptado: 15-07-1998

Windiet. Sistema de apoio à decisão para avaliação do estado nutricional e prescrição de dietas

Elizabete Adriana Esteves, Alexandre Dias Siqueira, Josefina Bressan Resende Monteiro, Artêmio Ludwig

Universidade Federal de Viçosa, MG. Brasil

RESUMO. Desenvolveu-se o Sistema de Apoio à Decisão para Avaliação do estado Nutricional e Prescrição de Dietas (WinDiet), cujo objetivo principal é servir de suporte ao trabalho dos profissionais da área de alimentação e nutrição, especificamente na avaliação do estado nutricional de indivíduos ou coletividades e na prescrição de dietas. O WinDiet foi desenvolvido em um microcomputador compatível com o padrão IBM-PC, utilizando para tal, o programa Delphi, versão 1.0, da Borland International, em razão da facilidade de uso, da implementação de base de dados, do ambiente conversacional e da grande disponibilidade de recursos (matemáticos, de impressão e programação, principalmente), além de permitir que todas as operações de programação fossem realizadas em ambiente Windows. O conhecimento relativo aos procedimentos para avaliação nutricional e prescrição de dietas foi obtido mediante consultas a livros-texto, periódicos e especialistas da área. O sistema foi dividido em quatro módulos principais: o primeiro, dedicado à formação de uma tabela de composição química de alimentos, incluindo receitas e medidas caseiras; o segundo, referente à avaliação do estado nutricional, incluindo avaliações antropométricas e de composição corporal, história clínica, exame físico e avaliações bioquímicas; o terceiro, referente à história dietética (inquérito dietético); e o quarto, à prescrição de dietas. O sistema inclui, ainda, a emissão de relatórios a respeito de avaliações, inquéritos e dietas. O WinDiet permite executar avaliações nutricionais de indivíduos, utilizando-se métodos antropométricos, como peso, altura, medidas de pregas cutâneas; laboratoriais, como albumina, transferrina e índice creatinina/altura, dentre outros; dietéticos, por meio de inquéritos alimentares; e clínicos, enfatizando-se os antecedentes patológicos e sinais indicativos do estado nutricional. Oferece, também, a possibilidade de prescrever e calcular dietas a partir de recomendações, possuindo base de dados atuais que podem ser alteradas ou modificadas. Ainda, mantém histórico individual de todas as avaliações e de todos os cardápios, emitindo relatórios completos. O sistema reduz significativamente o tempo de trabalho, aumentando a precisão dos cálculos e do diagnóstico nutricional. Por isso, o WinDiet pode ser utilizado em consultórios, ambulatórios, hospitais e na pesquisa e educação em nutrição.

Palavras-chave: Software, avaliação nutricional, dietas, base de dados.

SUMMARY. WinDiet - Support Decision System to assessment of nutritional status and diet prescription. A "Sistema de Apoio à Decisão para Avaliação do Estado Nutricional e Prescrição de Dietas" called "WinDiet" was developed. The system was developed on a computer compatible to IBM-PC standard. For system processing procedures through the computer, that is, interpretation, compilation, table generation en others, it was selected the Delphi version 1.0 software, from Borland International, for its using facilities, data basis accomplishment, communication environment and mainly an ample availability of mathematic, impression and programming resources besides allowing for all the programming operations to be accomplished on Windows environment. Knowing the procedures for nutritional evaluation and diet prescription was possible by consulting to text books, periodicals and the area experts. This system allows for individual nutritional assessment applying the anthropometric methods such as weight, height, skinfold thickness measurements, the lab methods such as albumin, transferrin, height/creatinin index and others, the dietary methods by food consumption recall, and the clinical methods that give emphasis to pathological antecedents and indicative sings of nutritional status. The software also turns possible to prescribe and calculate diets from recommendation besides having an actual data basis which may be changed or modified. Yet it maintains the individual description from all evaluation and menus, emitting its complet reports. It was verified that it reduce significantly the working time and increase the precision of estimate and nutritional diagnosis. Thus, the WinDiet may be used in nutritionist's offices, ambulatories, hospitals as well as on nutritional researches and education.

Key words: Software, nutritional assessment, diets, databases.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as aplicações dos computadores no campo da saúde têm promovido um avanço importante no trabalho científico e prático e na melhoria da qualidade dos serviços (1). O suporte informático em aplicações clínicas diretas, na aprendizagem e na educação supõe uma grande economia de tempo, além de possibilitar o manejo de grande quantidade de informações de forma lógica e ordenada.

O crescente uso de computadores e da informática, em todos os setores da sociedade, tem permitido aos tomadores de decisão o acesso a sistemas que possuem banco de dados e usam modelos matemáticos e financeiros, procedimentos estatísticos e métodos quantitativos antes não utilizados, em função da complexidade dos cálculos e da demora na obtenção de respostas seguras. Esses sistemas denominam-se Sistemas de Apoio à Decisão (SAD's) (2).

Os SAD's são ferramentas que podem ser utilizadas em Nutrição tanto na clínica quanto na educação, pois auxiliam na avaliação nutricional, bem como na quantificação dos nutrientes ingeridos e ainda na tomada de decisões na elaboração de dietas. Possibilitam, desta forma, maior velocidade nos cálculos, realização de análises específicas, recuperação instantânea de informações e obtenção de relatórios de utilidade em aspectos nutricionais. Assim, permitem avaliação mais precisa do estado nutricional e elaboração de dietas individualizadas.

Em razão da escassez de programas informáticos em nutrição no Brasil, em especial de programas que utilizam o ambiente "Windows", torna-se imprescindível, para os profissionais da área de alimentação e nutrição, a oferta de um "software" que, com tal característica, permita a análise, em curto espaço de tempo e com maior precisão, de grande quantidade de dados, facilitando a prescrição dietética, e, ainda, possibilite elaborar e organizar, com rapidez e uniformidade, tabelas com dados relativos a princípios nutritivos, estados fisiopatológicos e preferências alimentares de um indivíduo. Logo, promoverá maior agilidade nos procedimentos de segmento clínico, obtenção de diagnósticos criteriosos e mais precisos e avaliação rápida, por meio de índices e gráficos, permitindo economia de tempo, maior precisão no diagnóstico e maior abrangência.

Diante desse contexto, desenvolveu-se um sistema de apoio à decisão, em ambiente Windows, para avaliação do estado nutricional e prescrição de dietas individualizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do sistema - WinDiet -, utilizou-se um microcomputador 486 SX com memória RAM («Random Access Memory») de 8 «Mbytes» e um disco rígido (winchester) com 850 «Mbytes» de memória; unidade de disco de 3 1/2, sistema operacional DOS, versão 6.0, e ambiente de trabalho Windows, versão 3.1. Os trabalhos de impressão foram realizados em impressora HP Deskjet 850, em cores.

Para estruturação e testes e, de acordo com as opções de «softwares» disponíveis, optou-se pela utilização do programa DELPHI, versão 1.0, da Borland International. Esse programa utiliza como básica a linguagem Object Pascal e permite que todas as operações de programação sejam realizadas em ambiente Windows.

O conhecimento relativo aos procedimentos para avaliação nutricional e prescrição de dietas foi obtido mediante consultas a livros-texto, periódicos e especialistas da área.

Este sistema foi dividido em quatro módulos principais: o primeiro, dedicado à formação de uma tabela de composição química de alimentos, incluindo receitas e medidas caseiras; o segundo, referente à avaliação nutricional, incluindo avaliações antropométricas e de composição corporal, história clínica, exame físico e avaliações bioquímicas; o terceiro, referente à história dietética por meio da realização de inquéritos alimentares; e o quarto, à prescrição e ao cálculo de dietas.

Para realização de uma avaliação nutricional criteriosa, prescrição e cálculo de uma dieta, a base de dados foi composta por métodos e procedimentos técnicos, os quais foram obtidos da literatura, como mostrados no Quadro 1.

QUADRO 1

Componentes da base de dados

-
- Equações de Harris-Benedict, para determinação do metabolismo basal (3)
 - Fatores de inércia e atividade, para cálculo do gasto energético total (4)
 - Equações para cálculo da taxa de metabolismo basal (TMB) a partir do peso corporal e de fatores de atividade física, para cálculo do gasto energético total (5)
 - Médias de peso, altura e ingestão energética recomendados (6)
 - Fórmula para determinação do Índice de Quetelet ou Índice de Massa Corporal (7)
 - Tabelas e fórmulas para o cálculo do peso ideal, de acordo com a compleição física (8)
 - Valores médios de índices de massa corporal para homens e mulheres adultos (8)
 - Tabela de percentis para prega cutânea tricipital (9)
 - Tabela de percentis para prega cutânea subescapular (9)
 - Classificação transversal da distribuição do índice de massa corporal e das medidas das pregas cutâneas do tríceps e subescapular (10)
 - Tabela de percentuais de gordura, de acordo com o somatório das pregas cutâneas bicipital, tricipital, supraílica e subescapular (11)
 - Fórmulas correspondentes ao cálculo dos percentuais de água, proteínas e composição mineral (12)
 - Fórmulas correspondentes ao cálculo do percentual de gordura e massa magra corporal (13)
 - Tabelas de composição química de alimentos («Agriculture Handbooks») do «CONSUMERS AND FOOD

ECONOMICS INSTITUTE « (14-19)

- Tabela para avaliação do consumo alimentar em medidas caseiras (20)
- Tabela de composição de alimentos (21)
- Tabela de composição química de alimentos do ENDEF (22)
- Tabela de composição química de alimentos, em médias, elaborada pela Escola de Nutrição da Universidade Federal Fluminense (23)
- «Recommended Dietary Allowances» (RDA) para energia e nutrientes (6)
- Recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira (24)
- Valores de referência para albumina, transferrina, hemoglobina e hematócrito (25)
- Valores de referência para linfócitos (11)
- Valores de referência para eliminação ótima de creatinina urinária e fórmula para o cálculo do índice creatinina/altura (26)
- Quadro com os sinais indicativos do estado nutricional (27)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução tecnológica constante no campo da informática tem permitido sua aplicação variada em nutrição e dietética, possibilitando acessar e manejar grande volume de informações nutricionais, de formas ordenada, lógica e rápida.

O «software» desenvolvido - WinDiet - é um sistema de apoio à decisão, interativo e auto-explicativo, «for Windows». A configuração mínima exigida para seu bom funcionamento é de um processador 486/ Pentium 100 ou superior, 8 Mb de memória RAM, placa de vídeo VGA 640 x 480 x 256 cores, 10 Mb de espaço em disco e drive de CD room. O sistema foi dividido em quatro módulos principais: o primeiro, dedicado à formação de uma tabela de composição química de alimentos, incluindo receitas e medidas caseiras; o segundo, referente à avaliação do estado nutricional, incluindo avaliações antropométricas e de composição corporal, história clínica, exame físico e avaliações bioquímicas; o terceiro, referente à história dietética (inquérito dietético); e o quarto, referente à prescrição de dietas. Ainda, o referido programa inclui a emissão de relatórios sobre avaliações, inquéritos e dietas.

Esse «software» também permite executar avaliações nutricionais de indivíduos, utilizando-se métodos antropométricos, como peso, altura, medidas de pregas cutâneas; laboratoriais, como albumina, transferrina e índice creatinina/altura, dentre outros; dietéticos, como inquéritos alimentares; e clínicos, enfatizando os antecedentes patológicos e sinais indicativos de deficiências nutricionais. Oferece, ainda, a possibilidade de prescrever e calcular dietas a partir de recomendações, possuindo bases de dados atualizadas que podem ser alteradas ou modificadas.

Para os procedimentos de processamento do sistema pelo

computador (interpretação, compilação, geração de tabelas etc.), escolheu-se o programa Delphi, versão 1.0, da Borland International, em razão da facilidade de uso, implementação de base de dados, ambiente conversacional e grande disponibilidade de recursos (matemáticos, de impressão e programação, principalmente). Esse «software» tem habilidade para criar aplicações pela montagem de partes ou componentes (objetos). Oferece todas as ferramentas para a geração destes, desde a interface com o usuário até listas, botões e «menus»; permite a utilização dos componentes sem alterá-los ou estender a sua capacidade com uma função de derivação. É possível, ainda, agregar novos campos, propriedades ou métodos ao componente original, bem assim registrá-lo como um novo.

A tela principal do WinDiet possui um «menu» no qual, a opção «Arquivos» permite a manipulação de arquivos de avaliação nutricional, inquéritos e dietas. Todas as informações relacionadas à tabela de composição química estão contidas na opção «Alimentos» (alimentos, medidas caseiras, receitas e nutrientes). A opção «Pacientes» permite a inclusão, deleção ou alteração de dados pessoais relacionados aos pacientes cadastrados no sistema. Referências bibliográficas utilizadas para construção e informações a respeito de autores e versão do sistema estão contidas nas opções «Bibliografia» e «Ajuda». Nas Figuras 1 e 2, mostram-se as telas de abertura e principal do sistema.

O módulo «Alimentos» é destinado à manutenção de um arquivo permanente de todos os tipos de alimentos que possam vir a ser utilizados em dietas ou inquéritos. Além da identificação, o módulo permite editar a composição química nutricional e exibir medidas caseiras de determinado alimento, bem como a receita quando se tratar de uma preparação. O WinDiet possui uma lista extensa de nutrientes (macro e micronutrientes), embora não existam dados disponíveis para todos os nutrientes e todos os alimentos.

A maior parte dos dados acerca dos alimentos foi coletada da série «Agriculture Handbook», do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (14-19) e do ENDEF (22)

As tabelas em uso no Brasil estão desatualizadas e incompletas. A maior parte delas foi elaborada por meio de compilações de dados provenientes de outros países, não demonstrando a real composição dos alimentos consumidos pela população brasileira. Dessa forma, a tabela do ENDEF ainda é, atualmente no Brasil, a mais completa (alimentos regionais) e menos compilada, embora bastante escassa em informação nutricional.

Apesar de ser uma tabela de alimentos basicamente americana, os «Agriculture Handbooks» são bastante completos em análises nutricionais, possuindo informação à respeito de conteúdo de ácidos graxos, aminoácidos, colesterol e outros. Valores de fibras mais específicos foram obtidos das tabelas de composição de alimentos elaboradas por Mendez et al. (21), as quais trazem a discriminação dos componentes da fibra (fibra total, celulose, hemicelulose, lignina, pectina solúvel, protopectina e pectina total), atendendo, assim, aos

interesses dos profissionais ligados aos problemas de nutrição, em especial à dietoterapia.

FIGURA 1
Tela de abertura

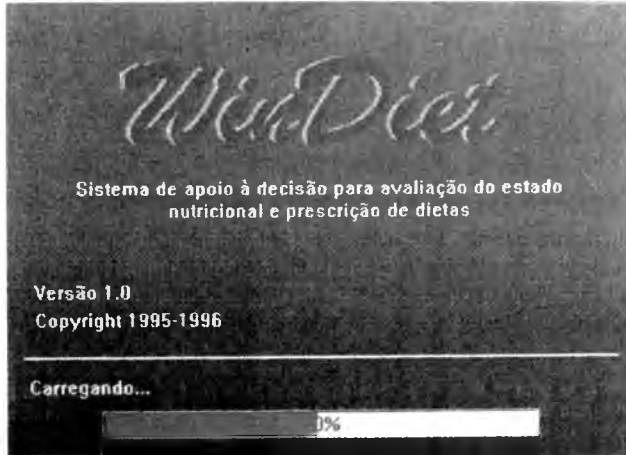
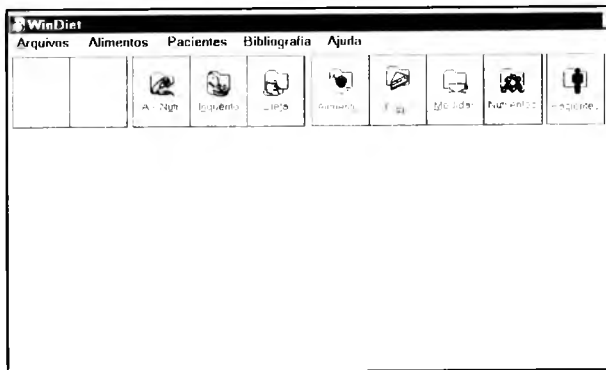


FIGURA 2
Tela principal



É de interesse ressaltar que, além do problema de não haver uma tabela composta por alimentos nacionais, a maior dificuldade é a falta de valores, especialmente para certos nutrientes e compostos que existem nos alimentos. Outro ponto a ser considerado é que novos alimentos e produtos de alimentos são desenvolvidos tão rapidamente, que se torna inviável manter o número de alimentos analisados paralelo ao número de alimentos consumidos. Por outro lado, o número de componentes alimentares de interesse é imenso, poucas análises estão disponíveis para muitos componentes e, para outros, métodos analíticos ainda não foram desenvolvidos. Dessa forma, esforços devem ser dirigidos para elaboração de trabalhos colaborativos que visem à atualização dessas informações, sendo fundamental que sempre se mencione qual foi a tabela utilizada.

Em todos os programas de computador com aplicação em nutrição clínica, o primeiro procedimento a ser realizado é a

coleta de informações pessoais do paciente. Os fichários correspondentes a cada paciente incluem diferentes variáveis identificadoras, que permitem, de forma rápida, analisar os dados arquivados e mantê-los atualizados. Além disso, conta com informações que podem intervir diretamente na realização das avaliações posteriores (sexo, idade, peso, altura e outros). O WinDiet permite o cadastramento de todas essas informações ao se usar a opção «Pacientes» do «menu» principal.

Após a coleta de dados pessoais do paciente, procede-se ao registro de informações relativas aos procedimentos de avaliação nutricional e prescrição de dietas.

A avaliação de medidas antropométricas e a estimação da composição corporal são de grande importância para a avaliação do estado nutricional, pois as mudanças na composição corporal que ocorrem em um curto período de tempo, podem ser indicativos de alterações (28). São escassos os programas de nutrição clínica que incluem conjuntamente estes parâmetros e aspectos referentes à dieta. O WinDiet utiliza, para avaliação antropométrica e de composição corporal, os seguintes métodos, que se apresentam como subopções: «Índice de Quetelet», «Peso Ideal», medidas de «Pregas Cutâneas» (bicipital, tricipital, subescapular e suprailíaca) e cálculos de percentuais de gordura, água, proteínas, minerais e massa magra corporal, que determinarão a «Composição Corporal». O sistema facilita enormemente o manejo e a interpretação de algumas variáveis antropométricas, necessárias para a análise completa do estado nutricional.

O sistema oferece, como auxiliares na avaliação antropométrica e de composição corporal, avaliações hematológicas (albumina, transferrina, hemoglobina e hematócrito) e de urina (índice creatinina/altura), que se apresentam com subopções. O sistema permite verificar, de forma direta, os resultados dessas avaliações laboratoriais, armazenar os dados e compará-los com valores de referência atualizados. Segundo Wautzberg (27), o interesse pelos métodos laboratoriais como auxiliares na avaliação nutricional surge na medida em que se evidenciam alterações bioquímicas precoces, anteriores às lesões celulares ou orgânicas. Assim, avaliações laboratoriais permitem detectar possíveis deficiências nutricionais antes que apareçam os sinais clínicos e também confirmar o diagnóstico de má nutrição específica.

A avaliação do estado nutricional é acompanhada por uma história clínica, em que se recolhem informações a respeito dos antecedentes patológicos, pessoais e familiares e tratamentos farmacológicos do paciente, dentre outras. Também se investigam perda de peso recente, problemas gastrintestinais, traumatismos, alterações sensoriais, dependência de drogas e enfermidades crônicas com possível influência sobre o estado nutricional. A história clínica costuma fornecer indícios acerca de possível má nutrição subjacente, o que ajuda no subsequente exame físico e na avaliação antropométrica (9). O sistema permite a coleta de informação acerca da história clínica do paciente, incluindo antecedentes patológicos, especialmente no que se refere a doenças crônico-

degenerativas, como diabetes, doenças cardiovasculares e doença renal; doenças do trato gastrointestinal, como enteropatias e doença hepática; e alergias (alimentares ou não). Optou-se pela utilização dessas enfermidades, porque parecem ser bastante representativas da situação fisiopatológica do indivíduo. O sistema considera, ainda, presença de vômitos, náuseas, anorexia, diarreia, disfagia, letargia, e perda de peso recente e também a coleta de informações com relação ao exame físico.

Uma dieta adequada deve cobrir as necessidades energéticas de um indivíduo. Para alcançar um estado nutricional satisfatório, é necessário estabelecer um equilíbrio entre os nutrientes ingeridos e os nutrientes necessários para satisfazer aos requerimentos energéticos do organismo. A necessidade e, ou, o gasto energético diários são geralmente expressos em kcal. O WinDiet considera três métodos diferentes para determinação do consumo energético diário, que se apresentam como subopções da opção «Cálculos Energéticos»: o método de Harris-Benedict, modificado por «Long» (4); o método da «OMS» (5); e a tabela de médias de peso, altura e ingestão energética recomendada, segundo a «RDA» (6).

O primeiro estágio de uma deficiência nutricional é identificado por métodos de avaliação dietética, os quais fornecem informações qualitativas ou quantitativas do consumo alimentar. Os inquéritos alimentares são uma das muitas maneiras de se avaliar a ingestão dietética. O WinDiet apresenta um módulo exclusivamente destinado ao cálculo de inquéritos.

Existem várias formas de se avaliar a ingestão dietética por meio de inquéritos. Uma delas, bastante comum, envolve tempo, compreensão e motivação por parte do paciente, que fica incumbido de escrever tudo o que come ou bebe (inclusive as quantidades) durante certo período de tempo. Essa é uma boa maneira de conhecer o estilo de vida do paciente, uma vez que os hábitos alimentares são parte integrante dessa rotina. Ainda, o registro será mais completo e preciso se o paciente for instruído a anotar os dados logo após as refeições.

Após a realização de uma avaliação nutricional criteriosa seguida de registro da história dietética, segue-se à prescrição da dieta. WinDiet permite a prescrição e o cálculo de dietas de maneira mais rápida e mais precisa.

Uma alimentação equilibrada supõe um fornecimento de nutrientes adequado às necessidades individuais de cada pessoa para manutenção da saúde e deve cobrir os gastos energéticos e homeostáticos do organismo. As bases de uma dieta equilibrada fundamentam-se em uma ingestão de calorias, proteínas, carboidratos, lipídios, minerais, vitaminas, água e fibras, em função da idade, do sexo, do estágio de desenvolvimento, da situação fisiopatológica etc., para evitar situações de má nutrição tanto por excesso como por carência de nutrientes. Além dos princípios de nutrição, a dieta deve refletir a disponibilidade de alimentos, condições socioeconômicas, preferências, hábitos, idade, facilidade de estocagem dos alimentos, preparação e habilidade para prepará-los.

Uma dieta só deverá ser prescrita após uma avaliação

nutricional criteriosa. As bases para prescrição de uma dieta adequada estão centralizadas na inclusão de nutrientes essenciais, em quantidades ideais e com calorias necessárias. Entretanto, em razão do fato de que alguns nutrientes não possuem recomendações estabelecidas, deve-se contar com o princípio do consumo de uma ampla variedade de alimentos, para que sejam fornecidos todos esses nutrientes desconhecidos.

CONCLUSÃO

A avaliação do estado nutricional e a prescrição de dietas com um suporte informático, especialmente em ambiente "Windows", permitem grande economia de tempo e a manipulação de grande quantidade de informação nutricional de forma rápida, lógica e ordenada, possibilitando maior precisão no diagnóstico.

REFERÊNCIAS

- Rodríguez MC, Rodríguez Mariscal MJ, Martínez JA et al. Programa informático para la valoración del estado nutritivo y la confección de dietas. *Nut Hosp*, Pamplona, 1993; 8: 215-219.
- Moura AD. Sistema inteligente de apoio à decisão aplicado ao gerenciamento da produção de frangos de corte. Viçosa, MG: UFV, 1995, 92p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- Gonçalves EL & Waitzberg DL. Metabolismo na prática cirúrgica. São Paulo: Sarvier, 1993; 180p.
- Riella MG. Avaliação nutricional e metabólica. In: Riella MG. Suporte nutricional parenteral e enteral. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993; p.25-40.
- Organización Mundial de la Salud-OMS. Necesidades de energía y proteínas. Ginebra, 220p. (Serie de informes técnicos, 724) 1985.
- National Academy of Sciences-NAS. Recommended Dietary Allowances. 10. ed. Washington, D.C., 1989; 284p.
- Garrow J.S. Treat obesity seriously: a clinical manual. London: Churchill Livingstone, 1981; 246p.
- Silva MR. & Naves MMV. Manual de nutrição e dietética. Guia prático para o acadêmico de nutrição. Goiânia: Faculdade de Enfermagem e Nutrição, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Goiás, 1994; 151p.
- Grant JP, Custer PB & Thurlow J. Técnicas atuais para avaliação nutricional. In: Mullen JL, Crosby LD & BEAU JL. Clínicas cirúrgicas da América do Norte. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981; p.441-467.
- Pollock ML & Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Rio de Janeiro: Médica e Científica, 1993; 718p.
- Heymsfield SB, Tighe A & Wang Z. Nutritional assessment by anthropometric and biochemical methods. In: Shils ME, Olson JA & Shike M. Modern nutrition in health and disease. 8. ed. Malvern: Léa & Febiger, 1994; v. 1, p.812-841.
- Hernández JAM. Compendio practico de nutrición. Pamplona: Eurograf, 1989; 107p.
- Durnin JVGA & Womersley J. Body fat assessed from total

- density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 - 72 years. *Br J Nutr*, 1974; 32: 77-79.
14. Marsh AC. Composition of foods: soups, sauces and gravies: raw, processed, prepared. [Washington, D.C.]: Consumers and Food Economics Institute, 1980; 228p. (Agriculture Handbook, 8/6).
 15. Marsh AC, Moss MK & Murphy EW. Composition of foods: spices and herbs: raw, processed, prepared. [Washington, D.C.]: Consumers and Food Economics Institute, 1977; 43p. (Agriculture Handbook, 8/2).
 16. Posati LP. Composition of foods: poultry products: raw, processed, prepared. [Washington, D.C.]: Consumers and Food Economics Institute, 1979; 330p. (Agriculture Handbook, 8/5).
 17. Posati LP & Or ML. Composition of foods: dairy and egg products: raw, processed, prepared. [Washington, D.C.]: Consumers and Food Economics Institute, 1976; 144p. (Agriculture Handbook, 8/1).
 18. Reeves JB & Weihrauch JL. Composition of foods: fats and oils: raw, processed, prepared. [Washington, D.C.]: Consumers and Food Economics Institute, 1979; 142p. (Agriculture Handbook, 8/4).
 19. Richardson M, Posati LP & Anderson BA. Composition of foods: sausages and luncheon meats: raw, processed, prepared. [Washington, D.C.]: Consumers and Food Economics Institute, 1980; 92p. (Agriculture Handbook, 8/7).
 20. Pinheiro AB, Lacerda EM, Benzecry EH et al. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 2. ed. Rio de Janeiro: s. n., 1993; 63p.
 21. Mendez MHM, Derivi SCN, Rodrigues MCR et al. Tabela de composição de alimentos. Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense, 1995; 41 p.
 22. Estudo Nacional da Despesa Familiar-ENDEF. Tabelas de composição de alimentos. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977; 201p.
 23. Tabela de composição química de alimentos em médias. Niterói, RJ: Escola de Nutrição, Universidade Federal Fluminense, 1980; 3 p. (Apostila).
 24. Vannucchi H, Meneses EW, Campana AO et al. Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. São Paulo: SBAN, 1990; 155p. (Cadernos de nutrição, 2).
 25. Mahan LK & Arlin MT. Krause. Alimentos, nutrição e dietoterapia. 8. ed. São Paulo: Roca, 1995; 957p.
 26. Blackburn GL, Bistrian BR, Maini BS et al. Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient. *JPEN.*, 1977; 1: 11-22.
 27. Waitzberg DL. Avaliação nutricional. In: WAITZBERG, D.L. Nutrição enteral e parenteral na prática clínica. São Paulo: Atheneu, 1990; p.123-135.
 28. Rodríguez Perez MC. Valoración del estado nutritivo y confección y estimación de dietas por ordenador. Pamplona: Universidad de Navarra, 1990; 209p. Dissertação (Licenciado en Farmácia)-Universidad de Navarra.

Recibido: 06-07-1997

Aceptado: 28-07-1998

Quality control of beer hopped with reduced isomerised products

Jorge Kátia, Luiz C. Trugo

Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Rio de Janeiro, Brasil

SUMMARY. The traditional method for measuring bitterness in beer by UV absorbance (ASBC 9.6) remains a viable quality control method for normally hopped beer. However, after reduction of isoalpha acids specific absorptivity of active components change and HPLC analysis shows to be a reliable method for quality control of these materials. This work is intended to adapt mathematically the ASBC (American Society of Brewing Chemist) spectrophotometrical method and to evaluate an HPLC method to control the composition of different commercial reduced isomerised products added to unhopped wort and partially kettle hopped beer. The results we obtained showed that the HPLC method is reliable for quality control of reduced isomerised products and that the traditional spectrophotometrical method is viable for quality control of beer, also using reduced isomerised products as far as an adequate factor is used.

Key words: Hops, *Humulus lupulus*, beer.

RESUMO. Controle de qualidade do amargor em cerveja obtida pela adição de produtos isomerizados e reduzidos de lúpulo. O método tradicional de medição do amargor em cerveja por absorvância no UV (ASBC 9.6) permanece viável para o controle de qualidade de cervejas lupuladas normalmente. Contudo, após adição dos ácidos iso-alfa, a absorvância específica dos componentes ativos muda e análise de HPLC mostra-se um método adequado para o controle de qualidade destes materiais. Este trabalho pretende adaptar matematicamente o método espectrofotométrico da ASBC (Sociedade Americana de Químicos Cervejeiros) e avaliar um método de HPLC para controlar a composição de diferentes produtos comerciais de lúpulo reduzido e isomerizado, adicionados ao mosto não lupulado e cerveja parcialmente lupulada na caldeira. Os resultados que obtivemos mostraram que o método de HPLC é adequado para o controle de qualidade de produtos reduzidos e isomerizados e que o método espectrofotométrico tradicional é viável para o controle de qualidade de cervejas, mesmo que utilizando produtos reduzidos e isomerizados. Desde que fatores específicos sejam estabelecidos.

Palavras chaves: Lúpulo, *Humulus lupulus*, cerveja.

INTRODUCTION

Toward the end of middle ages, hops (*Humulus lupulus*), a wild plant native to Europe and western Asia, became widely used to bitter beer. Hop belongs to the family Cannabinaceae presenting male and female flowers on separated plants. Although hops have had a traditional role in medicine and baking (1), they are used almost exclusively to provide aroma and bitterness to beer. Only female plants have the chemical constituents that are used in the brewing process. These contain small yellow granules called lupulin glands consisting of hard and soft resins, and essential oils.

The soft resins (alpha and beta acids) are converted, during wort boiling, into bitter substances in the beer. A need to produce specialty beers to attract and hold a particular group of consumers increased the use of reduced isomerised products (Dihydro-isoalpha, Hexahydro-isoalpha and Tetrahydro-isoalpha acids) as post fermentation additives and has been accompanied by substantial efforts to provide more accurate and yet simple methods of analysis for the brewer.

In addition to whole hops (hop cones) and pelletized hops, other hop products and extracts are used either as alpha acids added to the kettle or already isomerised after fermentation.

The first isomerised hop products and hold a particular group of consumers increased the use of reduced isomerised products (Dihydro-isoalpha, Hexahydro-isoalpha and Tetrahydro-isoalpha acids) as post fermentation additives and has been accompanied by substantial efforts to provide more accurate and yet simple methods of analysis for the brewer.

In addition to whole hops (hop cones) and pelletized hops, other hop products and extracts are used either as alpha acids added to the kettle or already isomerised after fermentation. The first isomerised hop products became commercially available in the late 50's as an impure post fermentation bittering agent which frequently caused gushing and beer haze. They were produced by extraction with hexane, methylene chloride, ethanol, benzene or toluene. Liquid and than supercritical carbon dioxide were later applied to produce clear and less impure extracts. Ranges of percentage distribution of relevant compounds of hops and hop extracts were published by Moir (2) and are presented in Table 1.

TABLE 1
Composition of hop and hop extracts (% W/W) (2)

| Component | Whole Hops | Organic Solvent ext. | Super Critical CO ₂ | Liquid CO ₂ |
|----------------|------------|----------------------|--------------------------------|------------------------|
| Total resin | 12 - 20 | 15 - 60 | 79 - 90 | 70 - 95 |
| Alpha acids | 2 - 12 | 8 - 45 | 27 - 55 | 30 - 60 |
| Beta acids | 2 - 10 | 8 - 20 | 23 - 33 | 15 - 45 |
| Essential oils | 0,5 - 1,50 | 0 - 5 | 1 - 5 | 2 - 10 |
| Hard resins | 2 - 4 | 2 - 10 | 5 - 11 | — |
| Tannins | 4 - 100 | 0,5 - 5 | 0,1 - 5 | — |
| Waxes | 1 - 5 | 1 - 20 | 4 - 13 | 0 - 10 |
| Water | 8 - 12 | 1 - 15 | 1 - 7 | 1 - 5 |

Nowadays we find four main categories of isomerised products: isomerised hop powder/pellets, isomerised resin extract, isomerised hop powder/pellets, isomerised resin extract, isomerised post fermentation extract and reduced isomerised products. The principal reason for their development was to improve the conversion of hop alpha acids into isoalpa acids and specifically reduced isomerised products to add also light stability. It has long been known that isoalpa acids in the presence of sunlight produce a «skunky» or «light struck» flavor in beer. This is why beer is packaged in light-proof bottles. Research on the chemical transformation of isoalpa acids (isohumulones) revealed that their capacity to produce skunkiness is lost after reduction. Practical brewing experience shows that different forms of reduced hop components differ considerably in their bitterness and also in their capacity to improve foam stability (2-3).

The ASBC (4) rapid method for determination of bitterness in wort and beer relies on the extraction of bitter substances with isooctane from acidified sample and measurement of the absorbance value at 275 nm. To provide a bitterness value in terms of bitterness units (BU), the absorbance is multiplied by a factor of 50. However, this factor is not applicable to beers bittered by hop products such as reduced isomerised extracts.

The objective of this work was to adapt mathematically the ASBC method for bitterness evaluation when reduced isomerised products are used and also to evaluate the adequacy of a HPLC isocratic method to control the composition of different reduced isomerised products.

MATERIAL AND METHODS

Sample: Samples of pure reduced isomerised products were generously provided by two different suppliers. These products are commercially available in various forms such as alkaline solutions with water or water/propylen glycol as carrier, or as aqueous solutions of the potassium salts of hop acids. The concentration varies from 5 to 40% hop acids (isoalpa acids (IAA), Dihydro-isoalpa acids (DHIAA), Hexahydro-isoalpa acids (HHIAA) and Tetrahydro-isoalpa

acids (THIAA) in different products. Wort and beer samples were obtained from a Brazilian brewery. Isoalpa acids (TIAA) were individually and as a mixture added to unhopped wort (100% hopped with mixtures I, II, III, IV and V) and normally hopped beer (50% kettle hopped and 50% hopped with mixtures I, II, III, IV and V). We elaborated 5 mixtures with different proportions of IAA, DHIAA, HHIAA and THIAA according to Table 2. The pure products were analyzed by HPLC and bitterness of beer and wort samples were determined spectrophotometrically before and after addition of the 5 mixtures, following the ASBC method.

ASBC spectrophotometrical method: The following procedure is a rapid method for measuring bitterness in beer and wort, described by ASBC 9.6 (4). Beer and wort samples were degassed and centrifuged, respectively. To aliquots of 10 mL of each sample, 0,5 mL of HCl 6N and 20 mL isooctane were added in a centrifugal 50 mL flask. These flasks were shaken for 15 min and then centrifuged for 10 min at 3000 rpm. Finally the absorbance of the isooctane phase was spectrophotometrically measured at 275 nm.

HPLC method: the HPLC procedure was based on the method described by Buckee, 1990 (5). Each pure bittering agent was accurately weighted (0,0500 g) into a 10 mL volumetric flask, diluted to volume with a acetonitrile - 1% acid solution, pH 7,0 (40:60) and diluted at 1:24 rate in the same solvent prior to chromatography, long-pair chromatography was applied using an isocratic HPLC system, which consisted of a Lichrospher 100 RP-18 (5µm - 250x4 mm) column (Merck, Germany), an HPLC pump model LC-10 AAD, UV/VIS detector model SPD-10 AV at 254 nm and an integrator model CR6-A (Shimadzu, Japan). The column was equilibrated and eluted with the mobile phase at a flow rate of 0,5 mL/min at room temperature. The mobile phase was prepared by mixing 360 mL of aqueous buffer (3,83 g of 85 % phosphoric acid with 42 mL of tetrabutylammonium hydroxide 0,4 mol/L solution and about 900 mL HPLC grade water) at pH 7,4 and 840 mL of organic solution (160 mL acetonitrile with 900 mL methanol).

RESULTS AND DISCUSSION

ASBC spectrophotometrical method: The factor of 50 is an empirical factor, from which an implied specific absorptivity ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$) of 400 for isoalpa acids from hop can be derived from the following formula (6):

$$50 = \frac{2}{\frac{E_{1\text{cm}}^{1\%} \times 10^{-4}}{1\text{cm}}}$$

This factor of 50 is used to discount the reading due to the presence of non-isoalpa acid substances in the beer which are extracted into the isooctane and also absorb at 275nm. If only pure, reduced or not, isopalpa acids are added to beer, it is inappropriate to discount the absorbance reading and the factors in Table 3 (6) must be used to give BU's. In Table 3 we can see the specific absorptivity and the bittering factor published by *Todd Johnson & Worden* (6).

The bittering factors for the five mixtures shown in Table 2 were theoretically and experimentally determined after adding them to unhopped wort and normally hopped beer.

TABLE 2
Composition of product mixtures - % (W/W)

| Pure | Mixture | Mixture | Mixture | Mixture | Mixture |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Products | I | II | III | IV | V |
| Isoalpa acids (IAA) | - | 10 % | - | 10 % | 25 % |
| Tetrahydro -isoalpa acids (THIAA) | 15 % | 10 % | 25 % | 20 % | 25 % |
| Hexahydro - isoalpa acids (HHIAA) | 15 % | 10 % | 25 % | 20 % | 25 % |
| Dihydro -isoalpa acids (DHIAA) | 70 % | 70 % | 50 % | 50 % | 25 % |

TABLE 3
Absorptivity and bittering factors of pure bittering agents in isooctane at 275 nm

| Pure Products | E _{1cm} ^{1%} (Absorptivity) | Factors |
|-----------------------------------|--|---------|
| Isoalpa acids (IAA) | 285 | 70,2 |
| Tetrahydro -Isoalpa acids (THIAA) | 275 | 72,7 |
| Hexahydro -isoalpa acids (HHIAA) | 245 | 96,1 |
| Dihydro -isoalpa acids (DHIAA) | 276 | 72,5 |

Unhopped wort sample: We knew previously how much mg/L (BU) bitterness was added to each wort sample then the absorbance was measured and using the formula below the experimental factors were determined.

$$BU = A_{275} \times F$$

The theoretical factors were achieved substituting the empirical factor of 50, which multiplies the absorbance of the isooctane extract, for the known bittering factors (see Table 4). Using the proportion of each pure product in each mixture we calculated the weighted average. For an unhopped wort, the bittering will be due to the added mixture, consequently, the bittering factors (F) for the mixtures are calculated by the expression:

$$F = \frac{(\% IAA \times 70,2) + (\% THIAA \times 72,7) + (\% HHIAA \times 96,1) + (\% DHIAA \times 72,5)}{100}$$

TABLE 4
Experimental and theoretical factors of wort and beer added with the experimental isopalpa acid mixtures

| Products | I | II | III | IV | V |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Theor. Factors | 76,1 | 74,7 | 78,5 | 77,0 | 77,9 |
| Exp. Factors | 75,8 | 78,5 | 76,4 | 76,8 | 78,0 |
| Unhopped wort | | | | | |
| Average | 75,84 | 78,54 | 76,35 | 76,83 | 77,98 |
| SD | 3,9 | 3,2 | 3,3 | 2,8 | 1,4 |
| CV % | 5,0 | 4,0 | 4,5 | 3,5 | 2,0 |
| Theor. Factors | 63,1 | 62,4 | 64,3 | 62,9 | 64,0 |
| Exp. Factors | 63,7 | 63,1 | 62,8 | 62,9 | 64,0 |
| 50 % Normally Hopped Beer | | | | | |
| Average | 63,70 | 63,10 | 62,79 | 62,93 | 63,97 |
| SD | 1,6 | 1,3 | 3,1 | 2,5 | 2,2 |
| CV % | 2,5 | 2,0 | 5,0 | 4,0 | 3,5 |

Partially hopped beer sample

The experimental factors were achieved as described above for wort samples and the theoretical factors were achieved calculating the weighted average of the bitterness contribution of the mixture and kettle hopping. For partially hopped beers, the bitterness will be due to the both kettle hopping, which must be measured by using the conventional factor of 50, and to the added mixture. The partially hopped beer factors are calculated by the expression:

$$F = \frac{(\% \text{ mixture} \times F \text{ mixture}) + (\% \text{ kettle hopped} \times 50)}{100}$$

Table 4 shows the condensed results of unhopped worts and 50 % kettle hopped beers.

The data showed that we can find the right factor for unhopped and partially hopped beers, using reduced isomerised products, so the traditional method for measuring bitterness by UV absorbance remains viable for quality control. The brewer must only know their own product composition and how he is going to brew.

HPLC method: The most common bittering agent is a mixture of the various geometric isomers and analogs of the iso-alpha acids (isohumulones), which are normally produced by addition of hops to boiling wort. The iso-alpha acids can be converted to the THIAA by catalytical hydrogenation and can be also formed from beta acids as starting material. an insufficient hydrogenation reaction can result in DHIAA where the double bond adjacent to the carbonyl group remains. The THIAA produced from beta or alpha acids can be converted to the HHIAA, which contains both the saturated double bond and a secondary alcohol group on its side chain. Figures 1

(a,b,c), 2 (a,b,c), 3 (a,b,c) and 4 (a,b,c) show their chemical structures (7).

Each isomerised product, reduced or not, has a CIS and TRANS isomer and therefore there are six different components: co-, ad-and n-humulone/CIS and co-, ad-and n-humulone/TRANS. Complete separation of the six main iso-alpha acids by HPLC is difficult and leads to long analysis time. In practice, HPLC methods usually separate only the cohomologues from the normal and ad-isomers.

Many laboratories have examined and published HPLC methods for the analysis of hops, hop products and beer bitterness. These methods revealed some disadvantages, such as, the use of gradient solvent elution, complex composition of mobile phase and relatively long analysis time.

FIGURES
1, 2, 3 and 4. Chemical structures

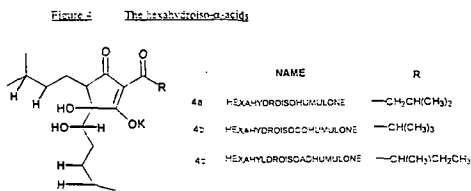
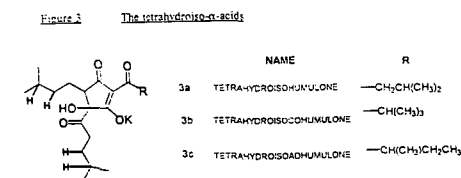
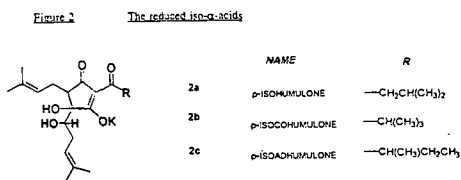
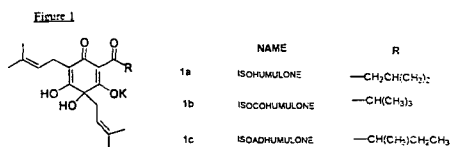
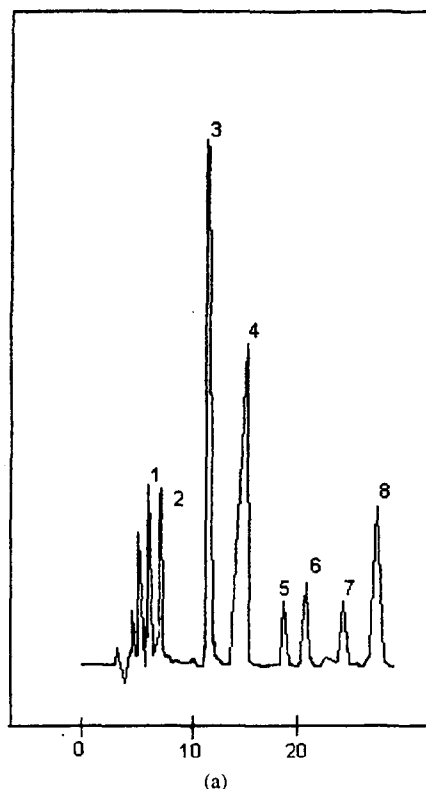
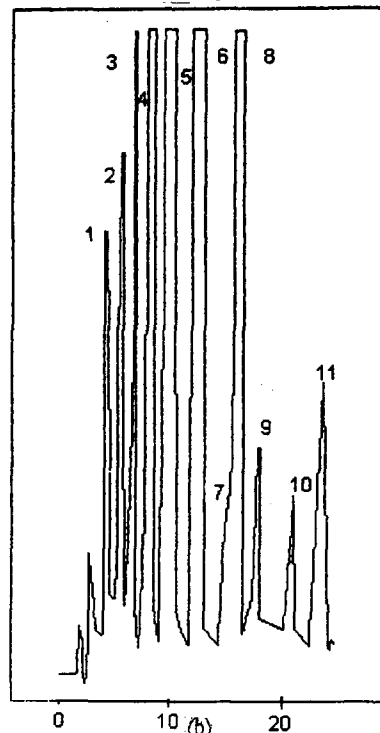


FIGURE 5
Chromatograms of the mixture: (a) IAA with THIAA; and (b) DHIAA, IAA, HHIA with THIAA



HPLC analysis (4) of IAA and THIAA from hop extract or RP-18 column. Peaks 1,2,3 and 4-IAA and peaks 5,6,7 and 8-THIAA



HPLC analysis (4) of IAA, DHIAA, HHIAA and THIAA from mixture V (Table 2) on RP-18 column. Peaks 1 and 2 -IAA, peaks 3 and 4 -DHIAA, peak 5 -DHIAA and IAA, peak 6 -IAA and HIAA, peaks 7 and 8 -THIAA and HHIAA, peaks 9,10 and 11 -THIAA.

Therefore, the aim was to find a system, sufficiently simple for routine analysis of commercial products composition. This is possible with an isocratic ion-pairing method on RP-18 column. Based on the procedure described by *Buckee* (4) the single products (IAA, HHIAA, THIAA and DHIAA) were adequately separated into 4 main components with a maximal run time of 30 minutes, but the method was not appropriated for mixtures of IAA, HHIAA, THIAA and DHIAA, all together. However, the mixtures commercially available do not have such a complex composition. Figure 2a shows a chromatogram of IAA with THIAA; peaks 1, 2, 3 and 4 represent IAA and peaks 5, 6, 7 and 8 represent THIAA. So, this HPLC method can be used to measure reduced and unreduced hop acids. Figure 2b shows a chromatogram of the complex mixture V (Table 2) where we can see that the peaks 4, 5, 6 and 8 coelute with other isomers of DHIAA, IAA, HHIA and THIAA.

CONCLUSIONS

There are a large array of analytical procedures published for the analysis of the post-fermentation bittering agents and the best of these is certainly HPLC with UV detection. The HPLC method used in this work shows to be a reliable method for quality control of these materials.

The results obtained showed that the traditional method for measuring bitterness by UV absorbance remains viable for quality control of beer using reduced isomerised products.

Nowadays breweries have greater freedom in choosing hopping procedures and in practice, mixed solutions are often adopted, using a blend of hops / processed products. Both, HPLC and the spectrophotometrical analysis, represent adequate approaches for quality control. The first for product composition and the latter for beer bitterness.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the Cia Cervejaria Brahma and CAPES for the financial support.

REFERENCES

1. O'Rourke T. Making the most of your hops. *The New Brewer* 1994;11(4):20-24.
2. Moir M. Developments in hop usage. *Ferment* 1988;1(3): 49-56.
3. Lewis GK. Kiss of the hops. *The New Brewer* 1994;11(4): 11-19.
4. American Society of Brewing Chemists. *Official Methods of Beer Analysis* 1992.
5. Buckee GK. Estimation of iso-alpha-acids in beer by HPLC-collaborative *J Inst Brew*: 1990;143-148.
6. Todd PH, Johnson PA & Worden LR. The assay of pure iso-alpha acids and reduced iso-alpha acids in beer. *Proceedings of the Annual Meeting of the ASBC*: 1972;30-32.
7. Goldstein H & Ting P. Post Kettle bittering compounds: analysis, taste, foam and light stability. *European Brewery Convention - Symposium on hops Zoeterwoude, Monograph XXII*: 1994;141-153.

Recibido: 22-12-1997

Aceptado: 14-07-1998

Cocrystalización de concentrado de pepino (*Cucumis sativa L.*)

Alma Vázquez y César I. Beristain

Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana, Veracruz, México

RESUMEN. Se preparó jarabe de sacarosa a 70°Brix, concentrado hasta alcanzar una concentración mayor a 95°Brix. Se estudió el efecto de la concentración de pepino (20, 25 y 30°Brix) sobre las propiedades físicas de los gránulos de pepino (*Cucumis sativa L.*), determinando; humedad, solubilidad y densidad. Los mejores resultados fueron para la concentración de 30°Brix. Se adicionó jugo de limón a ésta última para disminuir el pH de 5.5 a 4.0 para mejorar el sabor del concentrado y evitar el crecimiento de hongos y levaduras, encontrando que no hubo diferencia significativa entre los pHs, de acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de higroscopicidad. También se determinó de acuerdo a la evaluación sensorial, que 30 panelistas de los 45 que participaron prefirieron la bebida preparada con cocrystalizado al cual se le añadió jugo de limón.

Palabras clave: Cocrystalizado, sacarosa, gránulos.

SUMMARY. Co-crystallization of cucumber concentrate. A sucrose syrup of 70°Brix was concentrated until a concentration greater than 95°Brix was attained. It was studied the effect of concentration (20, 25 and 35°Brix) on the physical properties of the cucumber (*Cucumis sativa L.*) granules. Moisture content, solubility, and density were determined. The best results were found for the concentrated at 30°Brix. Lemon juice was added to the concentrated to decrease pH from 5.5 to 4.0 to improve flavor and to avoid growth of molds and yeast. No significant differences in the higroscopicity were found between both pH (s). Sensory evaluation shows that 30 judges of 45 preferred the sample made with the co-crystallizate containing lemon juice.

Key words: Co-crystallizate, sucrose, granules.

INTRODUCCION

La cocrystalización es el proceso en el cual la estructura cristalina de la sacarosa es modificada en un cristal perfecto a un conglomerado, el cual presenta una configuración porosa que permite la adición de un segundo ingrediente (1). El azúcar modificado actúa como una base en la cual el segundo ingrediente es agregado, para formar una nueva estructura con una funcionalidad nueva.

Se han reportado muy pocos trabajos sobre cocrystalización (1-4) debido a que es un método relativamente nuevo. Esta tecnología ofrece una alternativa de microencapsulación flexible y económica, debido a que el procedimiento es fácil de ser desarrollado (5).

El pepino (*Cucumis sativa L.*) es una hortaliza que se cosecha abundantemente en México durante todo el año (6), con una vida de anaquel de dos semanas a temperatura ambiente (7). Su uso está generalizado al consumo en fresco, principalmente en ensaladas y encurtidos, y no en la preparación de bebidas, a pesar de que ésta hortaliza ofrece una sensación de frescura al tomarse (8).

El propósito de éste trabajo fue evaluar el proceso de cocrystalización para la obtención de gránulos cocrystalizados sacarosa-pepino, y determinar las características físicas, microbiológicas y organolépticas del producto final.

MATERIAL Y METODOS

Materia prima

Se usaron pepinos frescos, de madurez comestible medida de acuerdo al color (verde oscuro) del fruto y al peso (150 g) (7), adquiridos en un mercado de la localidad. Estos se lavaron, pelaron y cortaron para poderlos procesar en un extractor Moulinex Mod. 140-1-03, y mediante esto obtener el jugo, el cual se centrifugó (centrífuga Dynac Mod. J-300) para eliminar la fibra. Posteriormente se concentró en un rotavapor Buchi Mod., R-124 a 60°C usando vacío.

Cocrystalización

Los diferentes ensayos se hicieron usando recipientes de 500 ml de acero inoxidable. Se prepararon 70 g de jarabe de sacarosa a 70°Brix, ocupando una parrilla de calentamiento y agitando con un Stir-Pack (Cole-Parmer Mod. 4554-10) en la posición N° 5, hasta rebasar 95°Brix de concentración, momento en el cual se agregaron 30 g del concentrado de pepino manteniendo el vaso en la parrilla, hasta el inicio de la cocrystalización, sin dejar de agitar para eliminar el agua residual, ocupando el calor de cocrystalización. Se midió la temperatura hasta alcanzar los 95°Brix y después de agregar el concentrado.

Análisis físico

Los productos obtenidos fueron tamizados usando malla

40, para luego determinarles: humedad, por el método de estufa de vacío (9); densidad aparente, usando un cilindro graduado y midiendo el volumen ocupado por un peso dado de polvo (4); solubilidad, midiendo el tiempo que tardan en disolverse 10 g de polvo en 100 ml de agua destilada a 25°C, agitando con un magneto hasta no observar partículas sólidas; higroscopicidad, registrando la ganancia de humedad de pequeñas cantidades de polvo, almacenadas en una cámara a temperatura y humedad relativa controladas (25°C y 75% H.R.) (3).

Efecto de grados Brix

Se determinó cual era la mejor concentración de sólidos solubles para el extracto de pepino, probando tres diferentes concentraciones 20, 25 y 30°Brix.

Efecto del pH

Se probaron dos valores de pH 5.5 y 4 para el concentrado a 30°Brix, el primero fue el pH que presentó el concentrado natural y el segundo se obtuvo mediante la adición de 9 ml de jugo de limón a otro concentrado con igual contenido de sólidos solubles.

Análisis microbiológico

A los productos obtenidos de los cocrystalizados a pH 5.5 y 4, se les determinó crecimiento de hongos y levaduras mediante conteo directo en placa por triplicado, utilizando como medio de crecimiento agar dextrosa-papa a 25°C, cada quince días durante 6 meses (10).

Análisis estadístico

Para elegir la mejor concentración del pepino en °Brix para la formación del cocrystalizado, se realizó una prueba t pareada usando como variable de respuesta, el valor promedio de tres repeticiones para la densidad, humedad y solubilidad del polvo, respectivamente. Para determinar el efecto del pH se aplicó un diseño completamente al azar, ocupando como variable de respuesta los valores obtenidos de higroscopicidad (11). Los diferentes cálculos se hicieron utilizando el paquete estadístico Minitab 10.

Evaluación sensorial

Se preparó una bebida refrescante usando 10% de gránulos obtenidos con el cocrystalizado de 30°Brix a pH 5.5 y 4, la cual se dió a probar a 45 panelistas no entrenados, quienes indicaron su preferencia mediante un cuestionario. Para determinar si la aceptación era significativa, se contrastó el resultado obtenido en una tabla de estimación de probabilidades (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó que 120°C fue la temperatura utilizada para alcanzar el 95% de concentración, y que ésta disminuyó a 15°C cuando se le agregó el concentrado.

Los resultados obtenidos de las determinaciones de solubilidad, humedad y densidad, se presentan en la Tabla 1. Como se puede observar los valores de humedad y solubilidad son muy parecidos, situación que se reflejó al realizar el análisis estadístico. Sin embargo, los resultados de densidad presentaron diferencias significativas entre 20 y 25°Brix, y entre 20 y 30°Brix, con un $\alpha=0.05$. No hubo diferencias entre 25 y 30°Brix, por lo que se eligió ésta última concentración para la elaboración de los cocrystalizados, debido a que al tener mayor cantidad de sólidos solubles se incrementaría el sabor a pepino en los mismos, además de que los valores de humedad y solubilidad numéricamente fueron menores, y esto beneficia las características del producto final (3).

TABLA 1

Resultados de las determinaciones realizadas a los cocrystalizados obtenidos de las diferentes concentraciones

| Concentración (°Brix) | Humedad (g/100 g) | Solubilidad (seg) | Densidad (g/cm ³) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| 20 | 4.053±0.102a | 12.267±0.874a | 0.864±0.030a |
| 25 | 3.960±0.056a | 11.533±0.751a | 0.784±0.014b |
| 30 | 3.840±0.056a | 10.867±0.208a | 0.762±0.010b |

* Letras distintas representan diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre valores.

** Los resultados son el promedio de tres determinaciones.

En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la higroscopicidad, en donde se puede apreciar que el comportamiento en ambos casos es similar, observándose que la ganancia de humedad para ambos cocrystalizados, está en función del tiempo. Dicha ganancia fue mayor para el cocrystalizado elaborado a partir de concentrado de pH 4; sin embargo, al establecer la comparación entre los pH mediante el análisis de varianza, no se obtuvieron diferencias significativas con un 95% de confiabilidad.

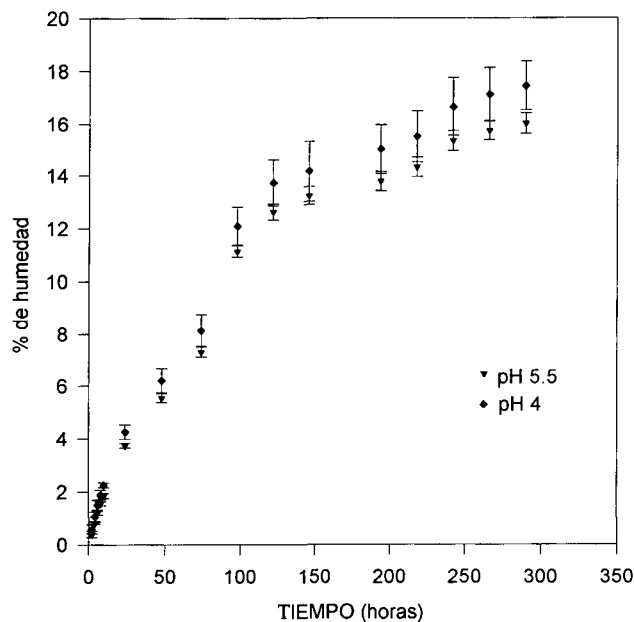
Con respecto al análisis microbiológico, no se observó crecimiento de hongos ni levaduras en el cocrystalizado de menor pH durante los seis meses de almacenamiento, no así para el de pH 5.5 que presentó crecimiento de 3.6 colonias en la primera dilución (10^1) a los dos meses, de 7.3 colonias en la tercera dilución (10^3) a los dos meses y medio, por lo que se decidió no continuar el análisis microbiológico para éste cocrystalizado.

Los resultados de la evaluación sensorial revelaron que 30 personas de los 45 panelistas que participaron en la prueba de aceptación, prefirieron la bebida preparada con cocrystalizado al cual se le añadió jugo de limón, con respecto al que no contenía, por lo que de acuerdo a la tabla de significancia para niveles de probabilidad, se dice que el producto es aceptado con un $\alpha=0.04$.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los diferentes análisis realizados, podemos decir que el cocrystalizado elabo-

rado con concentrado de pepino a 30°Brix y con pH 4, es el más recomendable ya que tiene mayor cantidad de sólidos de pepino y el haberle agregado jugo de limón, le confirió estabilidad microbiológica durante el tiempo de almacenamiento, además de que fue aceptado sensorialmente por parte de los panelistas.

FIGURA 1
Resultados obtenidos de la determinación de higroscopicidad, en el cocristalizado elaborado con 30°Brix



REFERENCIAS

1. Chen AC, Veiga FM, Rizzuto AB. CocrySTALLIZATION: An encapsulation process. *Food Technology* 1988; 42:87-90.
2. Awad A, Chen A. A new generation of sucrose products made by co-crystallization. *Food Technology* 1993; 47:146-148.
3. Beristain CI, Mendoza RE, García HS, Vásquez A. CocrySTALLIZATION of Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) granules. *Lebensmittel Wiss & Technology*. 1994; 27:347-349.
4. Beristain CI, Vásquez A, García HS, Vernon-Carter EJ. Encapsulation of orange peel oil by co-crystallization. *Lebensmittel Wiss & Technology* 1996; 29:645-647.
5. Jackson LS, Lee K. Microencapsulation and the food industry. *Lebensmittel Wiss & Technology* 1991; 24:289-297.
6. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1995.
7. Pantastico EB. Fisiología de la post-recolección. Edit. CECSA. México, D.F. 1979:93, 520.
8. Avila MJ. Diccionario de los alimentos, cocción, calorías y vitaminas. Editia Mexicana S.A. México, D.F. 1984:489-492.
9. AOAC, Fruit and Fruit Products. In: *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington Virginia. 1995:4.
10. Speck LM. Compendium of methods for microbiological examination of foods. 2nd ed. American Public Health Association. Washington, D.C. 1984; 63,200,822.
11. Pedrero DL, Pangborn RM. Evaluación Sensorial de los Alimentos. 1st ed. Edit. Alhambra México, D.F. 1988:103-104.
12. Steel R, Torrie J. Bioestadística: principios y procedimientos. Edit. McGraw-Hill México, D.F. 1988:58, 132.

Recibido: 13-10-1997

Aceptado: 31-07-1998

Características nutricionales de una galleta formulada con plasma sanguíneo de bovino como principal fuente proteica

Enrique Márquez Salas, Betty Benitez Payares, Negda Méndez Gil, Lisbeth Rangel Matos, Ida Medrano, Inés Venencia, Pedro Izquierdo, Romer Romero, Haydeé V. Castejón

Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características nutricionales de una galleta formulada con plasma sanguíneo de bovino como fuente principal de proteína. Se preparó una mezcla con plasma de bovino, harina de trigo, azúcar o sal, condimentos y aceite vegetal. La mezcla fue colocada en bandejas y horneada a 120°C durante 1 hora. Al producto final se le determinó humedad, grasa, proteína, carbohidratos, contenido calórico, cenizas, hierro, aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales, digestibilidad aparente, relación eficiencia proteica (PER), aceptabilidad y tolerancia. Los resultados indican que 100 g de la galleta contienen 5g de humedad, 16g de grasa, 16g de proteína, 61,4g de carbohidratos, 408,2 Kcal de energía metabolizable, 1,59g de cenizas, 1,9mg de hierro y 6,59g de aminoácidos esenciales. Los ácidos grasos poliinsaturados se encuentran en mayor proporción que los ácidos grasos saturados. Los resultados indican también que 100g de la galleta aportan por lo menos 20% de los requerimientos diarios de calorías, 24% de hierro y entre el 30 al 50% del requerimiento proteico diario en escolares. La digestibilidad y el PER, evaluados en ratas, fueron de 88,4% y 2,32 respectivamente. La aceptabilidad evaluada en niños fue de 97% y no se reportó intolerancia al producto en un período de seis meses de evaluación. La galleta pudiera ser incluida como complemento proteico y energético en los programas de merienda escolar.

Palabras clave: Plasma de bovino, galleta, proteína, calorías, merienda escolar.

INTRODUCCION

Las dietas de los países en vías de desarrollo se caracterizan por presentar suficiente cantidad de calorías pero son, en general, deficientes en proteínas de origen animal; de allí que los respectivos gobiernos han implementado programas de intervención como los de protección a la madre y al niño; suministros de suplementos nutricionales o lácteos y los programas de merienda escolar. Con respecto a éste último, se pretende suministrar a la población infantil de escasos recursos una proporción de los requerimientos proteicos y energéticos por medio de productos de consumo masivo, fácil preparación y distribución y con un aporte sustancial de proteínas de alto valor biológico. En respuesta a esta situación surge la necesidad de buscar fuentes alternas de proteínas que

SUMMARY. Nutritional characteristics of a cookie formulated with bovine blood plasma as a main source of protein. The nutritional characteristics of a cookie formulated with bovine plasma as main protein source was evaluated. Bovine plasma was mixed with wheat flour, sugar or salt, condiments and vegetable oil. The mix was placed in trays and baking at 120°C during 1 hour. Moisture, fat, protein, carbohydrate, metabolizable energy, ash, iron, essential amino acids, essential fatty acids, apparent digestibility, protein efficiency ratio, acceptability and tolerance of the final product were determined. Results indicated that 100g of the cookie have 5g of moisture, 16g of fat, 16 g of protein, 61.4g of carbohydrate, 408.2 Kcal of metabolizable energy, 1.59g of ash, 1.9mg of iron and 6.59g of essential amino acids. Polyunsaturated fatty acids are in higher amount than saturated fatty acids. Results also indicated that 100 g of cookie provide at least 20% of the daily energy requirements, 24% of the iron and between 30 to 50% of the daily protein requirements for children at school age. Its digestibility and PER, tested in rats, were of 88.4% and 2.32 respectively. Acceptability and tolerance, both tested in children, were 97% and 100% respectively. The protein cookie could be included as a protein and energy supply in school meals.

Key words: Bovine plasma, protein, calorie, school meals.

permitan la formulación de alimentos con contenido proteico de alto valor biológico y bajo costo. Este problema ha motivado el interés de crear técnicas para la recuperación e incorporación en alimentos, de proteínas de ciertos subproductos (algunos de desecho) que se originan en la industria de los alimentos. Uno de estos subproductos es la sangre animal.

La sangre contiene 18% de proteínas, sin embargo, su utilización en la industria alimentaria ha sido limitada debido al ennegrecimiento y sabor fuerte que le confiere el grupo hemo de los glóbulos rojos a los productos elaborados (1). Por esa razón, se ha planteado la posibilidad de utilizar el plasma sanguíneo (7% de proteína) el cual no causa problemas de color y sabor al producto final. La principal proteína plasmática es la albúmina, la cual contiene todos los aminoácidos esenciales para la dieta humana (2), y posee excelentes propiedades

des funcionales de gelación y emulsificación (2-5). Sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre la utilización del plasma sanguíneo para la elaboración de alimentos para consumo humano, y la mayoría de ellos han sido en el área de procesamiento cárnico (1,6,7).

En Venezuela sólo una pequeña proporción de la sangre de animales sacrificados es destinada para el consumo humano; el resto es eliminada como desecho. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características nutricionales de una galleta formulada con plasma de bovino como principal fuente proteica, analizando proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales hierro, contenido calórico, digestibilidad, PER, aceptación y tolerancia.

MATERIALES Y METODOS

Obtención del plasma

El plasma se obtuvo por centrifugación de sangre de bovino procedente del frigorífico Industrial Bolívar del Estado Zulia, Venezuela. Se utilizó el tripolifosfato de sodio al 0.2% como anticoagulante (4). Una vez obtenido el plasma, este fue congelado hasta el momento de su utilización.

Elaboración de la galleta

Los principales ingredientes utilizados para la preparación de la galleta se muestran en la Tabla 1. El producto fue manufacturado de la siguiente manera: el plasma, una vez descongelado, fue sujeto a cocción al vapor por el tiempo suficiente para alcanzar una temperatura interna de 80°C, este tiempo depende de la cantidad de plasma sujeto a cocción; posteriormente se enfrió a temperatura ambiente y se mezcló con el resto de los ingredientes en una licuadora industrial hasta formar una emulsión. La mezcla emulsificada fue colocada en una bolsa de decoración con la cual se transfirió en pequeñas porciones, para darles formas de galleta, en unas bandeja de acero inoxidable. El horneado de éstas se efectuó en un horno DEERAN SR-12 con sistema rotatorio, a 120°C por 1 hora.

TABLA 1
Ingredientes de la galleta proteica (g/100 g)

| Ingredientes | g/ 100g |
|------------------------|---------|
| Plasma bovino | 52.17 |
| Harina de trigo | 21.7 |
| Azúcar | 6.0 |
| Especias o condimentos | 2.1 |
| Aceite vegetal | 12.3 |

Análisis químico

Los contenidos de grasa, proteína, humedad y cenizas del producto final se determinaron de acuerdo a los métodos de análisis de la AOAC (8).

Determinación de carbohidratos

El contenido de carbohidratos se determinó de la siguiente manera:

$$100 - (\% \text{ grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas})$$

Determinación de aminoácidos

Para la determinación de los aminoácidos, la muestra fue hidrolizada a 120°C por 4 horas con HCl 6N.

Los aminoácidos se determinaron por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), para lo cual se utilizó un cromatógrafo marca SHIMADZU Modelo LC-6A.

Determinación de ácidos grasos

Los lípidos se extrajeron utilizando el método de Folch (9). Los ácidos grasos se determinaron por cromatografía de gas utilizando un cromatógrafo marca SHIMADZU GV-14BFID con columna capilar CBJWAX-W30-100 rellena de sílica fundida. La temperatura del horno fue a 250°C, utilizándose nitrógeno como gas transportador (30 ml/min). El tiempo de retención y el área de las curvas fueron obtenidos con un integrador marca SHIDMAZUC-R4A. La curva de calibración fue preparada para todos los ácidos grasos por inyección de una mezcla de los respectivos ésteres metilados (Supelco Co.).

Determinación de la energía bruta

La energía bruta fue analizada usando un calorímetro Parr modelo 1261 Isoperibol.

Determinación de la energía metabolizable

La energía metabolizable se determinó utilizando el método empírico propuesto por Livesey (10). Para ello se multiplicó el porcentaje de carbohidratos y proteínas por 4.0 Kcal, y el porcentaje de grasa por 9.0 Kcal. Se sumó y se multiplicó por el factor (0.9) para considerar la energía perdida en las heces.

Determinación de hierro

La determinación de hierro se realizó de acuerdo al procedimiento de Granadillo y col (11) utilizando un espectrofotómetro Perkin-Elmer 460; los análisis se hicieron por heptaplicado

Evaluación biológica

Digestibilidad aparente y PER

Se emplearon ratas macho Sprague-Dawley recién destetadas, las cuales fueron colocadas en jaulas metálicas individuales bajo las mismas condiciones ambientales de temperatura, aire e iluminación. Antes de iniciar la investigación las ratas fueron sometidas a un período de aclimatación. Se realizaron tres ensayos de 28 días cada uno. En cada ensayo se utilizaron diez animales, los cuales fueron alimentados con la galleta proteica. El peso de las ratas, del alimento consumido y el de las heces se registró a diario. Al alimento consumido

y a las heces se les determinó el contenido de nitrógeno por el método Kjeldahl descrito por la AOAC (8). Los valores de nitrógeno obtenidos fueron convertidos en su equivalente a proteína ($N \times 6.25$).

La digestibilidad aparente se midió durante los primeros diez días de experimentación utilizando la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de Digestibilidad} = \frac{(N \text{ Ingerido} - N \text{ Fecal}) \times 100}{N \text{ Ingerido}}$$

El PER se midió a los 28 días utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{PER} = \frac{\text{Peso ganado (g)}}{\text{Proteína ingerida (g)}}$$

Aceptación y tolerancia del producto

Para evaluar la aceptación y tolerancia del suplemento proteico se utilizó una población infantil constituida por 202 niños de ambos sexos (F= 99, M=103) de 1 a 8 años de edad, provenientes los de menor edad (1-6 años), del servicio de Educación y Recuperación Nutricional, INN- Hospital Chiquinquirá (Consultas de Despistaje y Control de Desnutrición e Internado) y los mayores (7-8 años) procedentes del Colegio Rómulo Gallegos, ambos ubicados en un barrio de la ciudad de Maracaibo, Estado Zulia.

Se analizó la condición socioeconómica de esta población por el método de Graffar modificado para Venezuela por Méndez Castellano y Méndez (12), el cual clasifica a las familias en cinco estratos, correspondiendo a la clase alta los estratos I y II, clase medias, Estrato III y clase Obrero-Marginal Estratos IV y V o de pobreza relativa y crítica respectivamente. De este análisis se obtuvo que el 99.5% de la población evaluadora pertenece a estos dos últimos estratos.

Se diagnosticó también el estado nutricional de dicha poblacional basándose en la evaluación clínica y antropométrica considerando las variables: peso, talla, edad y sexo, de acuerdo a la metodología propuesta por la Organización Mundial de la Salud, adaptada para Venezuela por Fundacredesa (13).

De acuerdo al indicador talla/edad el 51.48% de los niños se ubicaron bajo la norma, mientras que con el indicador peso/edad el 28.71% de la población mostró déficit; lo cual indica una alta prevalencia de desnutrición en la población infantil evaluadora. Igualmente la evaluación clínica mostró una alta prevalencia de signos clínicos como palidez cutánea-mucosa (72.72%), disminución pániculo adiposo (38.61%), alteraciones del cabello (32.17%), características comunes de la desnutrición. En la evaluación clínica se hizo también énfasis en los problemas alérgicos, tanto familiares como personales, incluyendo para el estudio sólo aquellos niños sin indicios de infección u otra patología diferente a la desnutrición.

El producto fue suministrado a los niños, a libre demanda, en un período de seis meses, dos veces por semana a los niños internos en el Servicio de Educación y Recuperación Nutricional; y una vez a la semana a los niños atendidos en

consulta externa y a los escolares. Estos últimos recibieron el producto en un promedio de quince veces en los seis meses. Se utilizó el método de observación directa estructurada para determinar la aceptación o rechazo del producto por parte de los niños, expresándose los resultados como porcentaje de aceptabilidad. En cuanto a tolerancia, las reacciones adversas fueron analizadas por anamnesis y examen físico en busca de signos o síntomas a nivel respiratorio, digestivo, piel, mucosas y otros órganos, expresándose los resultados como porcentaje de tolerancia al producto.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición proximal, contenido calórico y de hierro en 100g de la galleta proteica se presentan en la Tabla 2. El bajo porcentaje de humedad (5g/100), permite que la galleta pueda ser almacenada a temperatura ambiente, facilitando de esta manera su transporte.

TABLA 2
Composición proximal, contenido calórico y de hierro en 100 g de galleta proteica

| | Valor obtenido |
|------------------------------|----------------|
| Humedad (g) | 5.0 ± 1.0 |
| Grasa (g) | 16.0 ± 1.2 |
| Proteína (g) | 16.0 ± 1.1 |
| Carbohidratos (g) | 61.4 ± 2.2 |
| Contenido calórico (Kcal) | 467.0 ± 10 |
| Energía metabolizable (Kcal) | 408.2 ± 6.0 |
| Hierro (mg) | 1.9 ± 0.4 |
| Cenizas (g) | 1.59 ± 0.08 |

El requerimiento calórico para niños venezolanos en edad escolar se va incrementando desde 1255 Kcal/día en niños de 1-3 años hasta 2091 Kcal/día en niños de 10-12 años (14). Un servicio de 100g de la galleta proteica proporciona aproximadamente 467 Kcal lo cual representaría por lo menos un 20% del requerimiento calórico diario.

Las grasas son fuentes de energía útil para aumentar la densidad calórica de la dieta. Se recomienda que en menores de 16 años, entre el 25% y 30% del total de energía consumida, debe provenir de las grasas (14), lo cual significaría que para un requerimiento de aproximadamente 2000 Kcal/día, la ingestión de 60-65g de grasa sería suficiente. Analizando la galleta proteica, 100g de ésta contiene 16g de grasa, representando el 26.6% del total de grasa requerida en el día.

En cuanto a la proporción de grasas saturadas, mono y poliinsaturadas el Instituto Nacional de Nutrición recomienda una distribución en partes aproximadamente iguales (33%), aunque las saturadas no deben aportar más del 8% de la energía total (14).

La relación de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados contenidos en la galleta proteica se muestra

en la Tabla 3. Nótese que la mayor proporción corresponde a los ácidos grasos poliinsaturados y que la proporción de ácidos grasos saturados está por debajo del límite máximo señalado, tanto por el Instituto Nacional de Nutrición (14), como por la Asociación Americana Médica del Corazón, la cual recomienda además, reducir el consumo de colesterol y de ácidos grasos saturados, y a su vez incrementar el consumo de ácidos grasos poliinsaturados como un medio para ayudar a reducir los niveles de colesterol en el suero (15).

TABLA 3
Perfil de ácidos grasos en la galleta proteica

| | g/100 g del total de ácidos grasos |
|-----------------------|------------------------------------|
| Total Saturados | 22,97 |
| Mirístico | 3.00 |
| Palmítico | 17.97 |
| Estearico | 2.00 |
| Total monoinsaturados | 24.30 |
| Oleico | 24.30 |
| Total Poliinsaturados | 52.74 |
| Linoleico | 50.92 |
| Linolénico | 1.82 |

Con respecto a las proteínas, éstas deben aportar en una dieta entre el 9% y el 14% del total de calorías, siendo deseable que un tercio de las proteínas totales sean de origen animal (14). De acuerdo al Instituto Nacional de Nutrición los requerimientos proteicos para niños van desde 23g por día en menores (1-3 años) hasta 50g en escolares de 10-12 años (14). Una ración de 100g de la galleta con 16g de proteína proporcionaría aproximadamente entre el 30-50% del requerimiento proteico diario en escolares. De allí que su incorporación a la merienda de escolares puede ser de beneficio. La calidad de la proteína depende de su digestibilidad y de la composición de sus aminoácidos esenciales. Estas dos características permiten predecir el valor nutricional de la proteína de la dieta (16). La galleta proteica presentada en este trabajo posee todos los aminoácidos esenciales (Tabla 4) siendo la leucina y la lisina los que se encuentran en mayor proporción.

La FAO (17) y la Academia Nacional de la Ciencia (NAS) de USA (18), han establecido un perfil ideal de aminoácidos esenciales. La diferencia entre ambas instituciones es que la NAS incluye a la histidina como un aminoácido esencial tanto para niños como para adultos. La Tabla 5 muestra la comparación del perfil de aminoácidos esenciales de la galleta proteica, el plasma de bovino y la harina de trigo con el perfil ideal de aminoácidos esenciales propuesto por la FAO y NAS. Cuando se compara el perfil de aminoácidos de la galleta con el patrón de referencia de la FAO, se observa que tanto la isoleucina como los aminoácidos azufrados se encuentran ligeramente por debajo de los requerimientos; sin embargo, cuando se toma como patrón de referencia la NAS, sólo la

isoleucina se encuentra ligeramente por debajo. El hecho de que la galleta proteica contenga todos los aminoácidos esenciales en una concentración tal que reúne los requerimientos de la FAO y la NAS, hacen de este producto una alternativa como complemento de los requerimientos diarios de proteína para los niños en edad escolar.

TABLA 4
Contenido de aminoácidos esenciales en 100g de la galleta

| | g/100 g |
|-------------------------|---------|
| Histidina | 0.5184 |
| Isoleucina | 0.4816 |
| Leucina | 1.2512 |
| Lisina | 1.1232 |
| Metionina + Cisteína | 0.4160 |
| Tirosina + Fenilalanina | 1.2912 |
| Valina | 0.6480 |
| Treonina | 0.8576 |
| Total | 6.5872 |

TABLA 5
Comparación del perfil de aminoácidos esenciales de la galleta proteica, plasma de bovino y harina de trigo con el perfil ideal de aminoácidos esenciales reportado por la FAO y la Academia Nacional de la Ciencia (NAS)

| | (mg/g de proteína) | | | | |
|------------|--------------------|--------|-----------------|-----|-----|
| | Galleta Proteica | Plasma | Harina de Trigo | FAO | NAS |
| Histidina | 32.4 | 38.2 | 18.3 | 0 | 17 |
| Isoleucina | 30.1 | 28.3 | 34.2 | 40 | 42 |
| Leucina | 78.2 | 80.0 | 65.1 | 70 | 70 |
| Lisina | 70.2 | 80.4 | 25.2 | 55 | 51 |
| Met + Cist | 26.0 | 22.1 | 43.0 | 35 | 26 |
| Fen + Tir | 80.7 | 82.3 | 75.4 | 60 | 73 |
| Treonina | 40.5 | 62.2 | 30.3 | 40 | 35 |
| Valina | 53.6 | 56.1 | 44.0 | 50 | 48 |

La población infantil utilizada para la evaluación de la galleta mostró una alta prevalencia de déficit de peso y talla, así como palidez cutánea mucosa, lo cual sugiere que esos niños en condición marginal se encuentran deficientes de hierro. Por otro lado, un vaso de leche (200 ml) contiene 0.2 mg de hierro, mientras que 100g de la galleta proteica (Tabla 2) proporciona 1.9 mg de hierro lo cual representa el 24% del requerimiento diario en escolares entre 7 y 12 años, el cual debe ser de 8 mg/día (14). Por consiguiente, se hace atractivo incorporar este producto junto con el vaso de leche, a los programas de meriendas escolares no sólo por su mayor aporte proteico sino también por su contenido de hierro, contribuyendo así a disminuir la prevalencia de anemia en nuestra población infantil.

En la Tabla 6 se muestran los valores promedio de la digestibilidad aparente y PER de las ratas alimentadas con la galleta proteica. La digestibilidad de 88.4% obtenida para la galleta proteica se encuentra en el rango de valores reportados para la proteína sanguínea. Algunos autores han reportado valores de digestibilidad aparente de 91.2% y 90.8% para la harina de sangre (19); mientras que otros han reportado una digestibilidad in vitro de 92% para las proteínas del plasma dializado y un 83% para el plasma no dializado (20).

TABLA 6
Valor promedio de digestibilidad aparente y PER de la galleta proteica

| | |
|----------------------|------|
| Digestibilidad (%) | 88.4 |
| PER | 2.32 |

El PER obtenido puede considerarse alto si lo comparamos con el PER obtenido por otros investigadores (21) en galletas comerciales (PER= -0,8) o en galletas formuladas con salvado de arroz (PER= -0.9). En el pan se ha reportado un aumento del PER desde 0.86 hasta 1.64 o desde 0.86 hasta 2.02 cuando éste se suplementa con 2.5% ó 5% de plasma dializado de sangre de pollo (20).

Por otro lado, se ha demostrado que los alimentos formulados con harina de trigo como única fuente proteica no son lo suficientemente nutritivos como para sustentar el crecimiento de animales jóvenes. Esto se debe a que las proteínas del trigo son deficientes en lisina (22). Estos resultados muestran como el agregado de plasma líquido a la galleta formulada con harina de trigo aumenta la eficiencia en el aprovechamiento de los aminoácidos esenciales. Esto se debe a que las proteínas del plasma de bovino son ricas en lisina (2) obteniéndose así un alimento mejor balanceado en relación a su contenido de aminoácidos esenciales.

Al analizar los resultados de las pruebas de aceptación del producto se evidenció que de los 202 niños, a quienes se les suministró el producto ad libitum en repetidas oportunidades por un período de seis meses, 196 (97%) lo aceptaron. Todo el producto ofrecido y repartido fue consumido, no observándose variaciones en la aceptación de éste en cuanto a cansancio, rechazo o menor consumo durante el transcurso del semestre. En todas las oportunidades, la aceptación estuvo por encima del 95%. En cuanto a la tolerancia del producto, a pesar de que las proteínas animales son reconocidas como fuentes importantes de alergia alimentaria (23,24) en la presente investigación no se reportó, en ningún caso, alguna manifestación de intolerancia al producto o de alergia alimentaria en un período de seis meses. Es conveniente destacar que se escogió esta muestra poblacional de condiciones particulares (niños de corta edad, en situación de pobreza relativa o extrema, con alto índice de desnutrición) porque aún no se ha producido en éstos la perversión del gusto por productos comerciales de amplia publicidad, pero de escaso valor nutricional. Los excelentes

resultados obtenidos en cuanto a la aceptación y tolerancia de la galleta proteica unida a sus características organolépticas, su contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, así como de algunos micronutrientes como el hierro, además de su alta digestibilidad y eficiencia proteica, hacen de este producto un suplemento nutricional importante para ser incluido en los programas de intervención nutricional.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) y al Parque Tecnológico Universitario del Zulia (PTU) por el financiamiento de este trabajo. Igualmente a los propietarios de la panadería California por permitir la utilización de sus equipos para la elaboración del producto.

REFERENCIAS

1. Pendersen JW. Utilization of animal blood in meat products. *Food Technol* 1979; 33:76-80.
2. Tybor P, Dill C & Landamann W. Functional properties of proteins isolated from bovine blood by a continuous pilot process. *J Food Sci* 1975; 40:155-159.
3. Haque Z & Kinsella J. Emulsifying properties of food proteins: bovine serum albumin. *J Food Sci* 1988; 53:416-4200.
4. Rangel L, Archile A, Castejón O, Izquierdo P & Márquez E. Utilización del tripolifosfato como anticoagulante y su efecto sobre las propiedades emulsificantes del plasma. *Rev Cient FCV-LUZ* 1995; 5:111-116.
5. Barboza Y, Rangel L, Archile A, Izquierdo P & Márquez E. Estudio de algunos factores que afectan la propiedad de gelación en el plasma sanguíneo animal. *Rev Cient FCV-LUZ* 1996; 6:31-36.
6. Terrel R, Winblatt P, Smith G, Carpenter Z, Dill C & Morgan R. Plasma protein effects on physical characteristics of all meat and extended frankfurters. *J Food Sci* 1973; 44:1041-1048.
7. Márquez E, Izquierdo P, Arias B & Torres G. Efecto de la adición de plasma sanguíneo de bovino sobre la estabilidad de la emulsión y contenido proteico de productos cárnicos emulsificados. *Rev Fac Agron (LUZ)* 1995; 12:511-522.
8. Association of Official and Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 15th ed. Washington, DC, 1990; pp 854-855.
9. Folch J, Lees M & Sloane SA simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. *J Biol Chem* 1957; 226:497-509.
10. Livesey G. Metabolizable energy of macronutrients. *Am J Clin Nutr* 1995; 62 (5S):1135S-1142S.
11. Granadillo V, Cubillan H, Sánchez J, Tahán J, Márquez E & Romero R. Three pressurized mineralization procedures that permit subsequent flame atomic spectrometric determination of Ca, Fe, K, Mg and Zn in bovine blood plasma. Containing cookies and in standard reference materials. *Anal Chim Acta* 1995; 306:139-147.
12. Méndez Castellano H, Méndez MC. Estratificación Social y Biología Humana. *Arch Ven Puer Ped* 1986; 49:93-104.

13. FUNDACREDESA. Manual de Procedimientos. Area Antropométrica. Proyecto Venezuela. Folleto mimeografiado. Caracas, 1978.
14. Instituto Nacional de Nutrición. INN - Fundación Cavendes. Necesidades de Energía y de Nutrientes. Recomendaciones para la población venezolana. Revisión 1993. Publicación N° 48. Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela, 1993.
15. Winston M. Diet and coronary heart disease. *Contemp Nutr.* 1981;6:1-3.
16. Rose WC. The amino acid requirements of adult man. *Nutr Astrb Rev* 1957; 27:631-643.
17. FAO/WHO. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO ad hoc Expert Committee. World Health Organization Technology Report Service 522 WHO, Geneva 1973.
18. Food and Nutrition Board, National Research Council. Recommended Dietary Allowances, 9th ed., National Academy of Science, Washington, DC. 1980.
19. Coser AM, Jokl L & Vieira EC. Effects of temperature of processing and of isoleucine fortification on the nutritive value of blood meal. *Arch Latinoamer Nutr* 1977; 3:297-309.
20. Del Río de Reys MT, Constantinides SM, Sgarbieri VC & El-Dash AA. Chicken blood plasma proteins: Physicochemical, nutritional and functional properties. *J.Food Sci* 1980; 45:17-20.
21. Sangronis E & Sancio M. Development and characterization of rice bran cookies. *Acta Cient Venez* 1990; 41:199-202.
22. Yanez E, Ballester D & Ivanovic D. Wheat and oat fortification with sweet lupin flour (*Lupinus albus cv. Multolupa*). *Nutrition Reports International* 1985; 31:493-499.
23. Eastham EJ. Manejo nutricional de la alergia alimentaria en el niño. *Nutrición Clínica en la Infancia*. Vol 2 Nestlé S.A. Vevey/Raven Press Ltd. New York, 1992.
24. Chandra R.K. Alergias Alimentarias: Diagnóstico y Estrategias de Prevención. *Pediatric Basics* N° 7:3-8, Gerber Products Company, 1993.

Recibido: 10-01-1997

Aceptado: 08-04-1998

Vitamin C in Barbados cherry *Malpighia glabra* L. pulp submitted to processing and to different forms of storage

Jesuí Vergílio Visentainer, Otávio Attie Vieira, Makoto Matsushita, Nilson Evelázio de Souza

Departamento de Química - Universidade Estadual de Maringá- Maringá-Paraná-Brasil

SUMMARY. Ripe fruits of Barbados cherry *Malpighia glabra* L. proceeding from the fruit-growing section of Iguatemi Experimental Farm of Universidade Estadual de Maringa (PR), were triturated in a liquefier and hulled in a stainless steel sieve with 25 mesh. The bagasse (seeds and hull) was discarded and the vitamin C content was immediately determined, which was 1,79 g by 100 g of pulp. After that, the integral pulp was packed in glass flasks and submitted to the exhaustion and pasteurization processes and then hermetically closed. After the heat treatment the vitamin C content was 1,54 g by 100 g of pulp. The sealed flasks of Barbados cherry pulp, with and without the aluminum foil protection, were stored for 40 days. The first portion was kept at room temperature, the second in a refrigerator (1°C), and the third in a freezer (-18°C). The vitamin C content analysis were realized on the 5th, 10th, 15th, 20th, 30th and 40th day. For the flasks stored without the aluminum foil protection, there was a loss of 22,08%, 7,79% and 1,30% and with aluminum foil the loss was of 10,40%, 3,90% and 1,30% for the storage at room, refrigeration and freezing temperatures, respectively. The results show that freezing method is the best form of vitamin C preservation.

Key words: Barbados cherry, vitamin C, storage.

RESUMEN. Vitamina C de pulpa de acerola *Malpighia glabra* L. procesada y sometida a diferentes formas de almacenamiento. Frutas de acerola *Malpighia glabra* L. provenientes del sector de fruticultura de la Hacienda Experimental de Iguatemi de la Universidad Estatal de Maringá (PR), fueron trituradas en liquidadora y separada la pulpa con tamiz de acero inoxidable de malla 25 mesh. El bagazo (cáscara y semillas) fue descartado y el contenido de vitamina C fue determinado inmediatamente, que fue de 1,79 g por 100 g de pulpa. En seguida la pulpa integral fue colocada en frascos de vidrio y estos sometidos a los procesos de vacfo y pasteurización, luego cerrados herméticamente. Después del tratamiento térmico el contenido de vitamina C encontrado fue de 1,54 g por 100 g de pulpa. Los frascos cerrados, con y sin protección de hoja de aluminio, fueron almacenados por 40 días a 3 temperaturas: temperatura ambiente (22-27°C), en refrigerador a 1°C y en congelador a -18°C. Los análisis de vitamina C fueron realizados para tiempos de almacenamiento de 5; 10; 15; 20; 30 y 40 días. Para los frascos sin la protección de hoja de aluminio fue determinada una pérdida de vitamina C de 22,08%; 7,90% y 1,30%, con la protección de aluminio de 10,40%; 3,90% y 1,30% para las condiciones de temperatura ambiente, en refrigerador y en congelador, respectivamente, después de 40 días. Los resultados muestran que la vitamina C es preservada cuando los frascos son almacenados en congelador.

Palabras clave: Acerola, vitamina C, almacenamiento.

INTRODUCTION

The Barbados cherry *Malpighia glabra* L. was introduced in Florida, through Cuba, as an ornamental plant. It was after 1946, that researches done in Puerto Rico and in other countries, including Brazil, confirmed its economical importance, Barbados cherry stands out for its high vitamin C content (1).

The Barbados cherry was introduced in Brazil by Universidade Federal Rural de Pernambuco in the fifties, and until today, campaigns are made in order to disseminate it throughout the country (2). Today many states like Para, Bahia, Amazonas, Sao Paulo, Parana and others are producing the Barbados cherry. Between these producing states, Parana is the one that shows the largest planted area, about 400 acre in absolute production, being followed by Sao Paulo, with 140 acre and also by the Northeastern states, with a planting area that varies from 120 to 240 acre. The Barbados cherry

plantations have been receiving stimulus from executives interested in implanting unities to hull fruit. Due to that, the Barbados cherry has been offered as an alternative to the small and medium productors who might want to raise their income, taking the place of the typical products of the states (3).

The main characteristic of the Barbados cherry, which gets the attention of researchers and the economical interest of some countries, is the fact that it has a high vitamin C content, as well as other nutrients like vitamin A, calcium, sugars and other vitamins that are part of the B complex (4). The Barbados cherry juice has been used in industries in order to enrich other fruit juices, as well as for keeping canned, dried or refrigerated fruits preserved, keeping them from getting darkened. In Japan, United States and in England, the Barbados cherry is used in jams, sweets, ice-creams, ketchup and others (1).

The fruits produced in Brazil that stand out for their vitamin C content are the strawberry guava (0,33%), kiwi

(0,24%), cashew and guava (0,22%), strawberry (0,07%), pineapple and orange (0,06%), and 0,05% for lemon (5). The camu-camu, a wild berry from the Amazon region, shows approximately 5% of vitamin C in the pulp (6).

Data from the literature show significant differences in the Barbados cherry vitamin C content. The values vary from a minimum of 0,76% (7), to a maximum of 5,0% of vitamin C (1); from 2,0 to 2,3% of vitamin C in Barbados cherries produced in Ceara (8); from 0,76 to 1,4% of vitamin C for barbados cherries in different stages of maturation produced in Sao Paulo (7). Fitting and Miller (9) show that Barbados cherries produced in Mexico show 2,0% and the ones from Colombia and Venezuela show 1,1% of vitamin C. The Barbados cherries produced in Parana, in different stages of maturation called green, not fully ripe and ripe, have shown 4,9%, 3,9%, and 1,8% of vitamin C in the in natura pulp, respectively (10).

Many factors can contribute to the different vitamin C contents obtained, such as: procedence of the culture, type of plantation, period of sun exposure, stage of maturation and analytical methods used in the determinations (11). Other factors that may possibly have influenced in the differences found are: type of packing, time and kind of storage; type of soil of the culture; climate factors; and expressions used to obtain the results of the vitamin C contents, considering only the pulp or the integral fruit. Studies of the effects of trimming in the productivity of Barbados cherry *Malpighia glabra* have been made by Andrade et al. (12) in the fruit-growing section of Iguatemi Experimental Farm of Universidade Estadual de Maringa (PR).

Even though it's not big, the Barbados cherry plantation has been receiving stimulus from executives, universities, research institutes (13). As a result of this effort, nurseries appeared in the region and have been sending plants for cultivation and therefore small and medium industries have been implanted, these are processing the Barbados cherry as an integral pulp, which has been used for the production of juice, jam, sweets, ice-creams and others.

The goal of this work was to obtain data on the losses of the vitamin C content in the Barbados cherry pulp processed and stored in different conditions in a 40-day period.

MATERIALS AND METHODS

The Barbados cherry used in this experiment proceeded from the fruit-growing section of Iguatemi Experimental Farm of Universidade Estadual de Maringa. The fruits in different stages of maturation were triturated in a liquefier and hulled in a stainless steel sieve with 25 mesh, the bagasse (seeds and hull) was discarded and the vitamin C content was immediately determined. After that, the integral pulp was packed in glass flasks with a 10mL capacity, which had been washed and sterilized previously in oven for 3 hours at 105°C.

The open flasks, containing the integral pulp were submitted to the exhaustion and pasteurization processes in water bath at 80°C, for 20 minutes. The flasks were hermetically closed and sealed after that.

The flasks that were sealed containing the integral pulp were divided in two groups: a) individual flasks with aluminum foil protection; and b) individual flasks without the aluminum foil protection. The two groups were submitted to these storage conditions: i) room temperature (22-27°C); ii) refrigeration at 1°C; and iii) freezing at -18°C. The pulps from these different storage conditions had the vitamin C content analyzed, immediately after the thermal treatment, with a 5-day break during 20 days and then every 10 days until the end of 40 days.

The weights were measured on the analytical balance, Mettler model H35AR, with 0,1mg precision and the determinations of the vitamin C contents were done weighing approximately 100 mg of pulp of Barbados cherry and adding 10 mL of sulfuric acid 20% (v/v). After homogenization, the mixture was filtered. To the filtered was added 1,00 mL of potassium iodide 0.1 mol·L⁻¹ and 1,00 mL of 1% (p/v) starch solution. Then the solution was titrated with potassium iodate 0.01 mol·L⁻¹ according to the method described on Normas Analiticas do Instituto Adolfo Lutz (14). The analysis were made in triplicates for three samples and the results expressed on a wet basis.

Statistical analysis of data was by analysis of variance and significant differences among treatment means were tested using Tuckey's multiple range test at the 5% probability level (15).

RESULTS AND DISCUSSION

The vitamin C content was determined immediately after the hulling and after the thermal processing, obtaining 1,79% and 1,54% of vitamin C in the pulp, respectively, observing a 14% loss of the vitamin C content during the processing.

The heat effect on the reduction of the vitamin C levels in processed food is known. There are losses of 20% of vitamin C when the fruits are submitted to heating for 5 to 10 minutes (9). There is a reduction of 16% in the vitamin C content for the pulp of Barbados cherry submitted to a 30 minute cooking, mentioned by Visnardi et al. (16). According to Sawnke & Desai (17), losses of 2% in the vitamin C content were observed for the Barbados cherry fruits submitted to the quick pasteurization process (88°C for 45 seconds).

Table 1 shows the vitamin C content in grams for every 100 g of pulp right after processing (where the analysis result was considered as time zero in number of days) and in determinations with breaks of 5 and 10 days until completing 40 days.

TABLE 1
Vitamin C contents in the Barbados cherry pulp (g/100 g of pulp), stored in different time and storage conditions

| Storage time (Number of days) | Room temperature | | Refrigerator (1°C) | | Freezer (-18°C) | |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | N | P | N | P | N | P |
| 0 | 1.54 ^a ±0.02 | 1.54 ^a ±0.02 | 1.54 ^a ±0.02 | 1.54 ^a ±0.02 | 1.54 ^a ±0.02 | 1.54 ^a ±0.02 |
| 5 | 1.52 ^{abc} ±0.01 | 1.53 ^{ab} ±0.01 | 1.52 ^{abc} ±0.01 | 1.53 ^{ab} ±0.03 | 1.53 ^{ab} ±0.03 | 1.54 ^a ±0.01 |
| 10 | 1.45 ^{de} ±0.03 | 1.53 ^{ab} ±0.02 | 1.49 ^{dabcd} ±0.02 | 1.53 ^{ab} ±0.06 | 1.53 ^{ab} ±0.02 | 1.53 ^{ab} ±0.03 |
| 15 | 1.44 ^{def} ±0.04 | 1.46 ^{de} ±0.01 | 1.48 ^{bcd} ±0.03 | 1.52 ^{abc} ±0.04 | 1.53 ^{ab} ±0.02 | 1.53 ^{ab} ±0.02 |
| 20 | 1.39 ^{fg} ±0.03 | 1.42 ^{efg} ±0.01 | 1.47 ^{cde} ±0.02 | 1.52 ^{abc} ±0.03 | 1.53 ^{ab} ±0.02 | 1.53 ^{ab} ±0.02 |
| 30 | 1.29 ^h ±0.04 | 1.39 ^{fg} ±0.02 | 1.46 ^{de} ±0.01 | 1.49 ^{abcd} ±0.02 | 1.53 ^{ab} ±0.02 | 1.52 ^{abc} ±0.01 |
| 40 | 1.20 ⁱ ±0.03 | 1.38 ^g ±0.02 | 1.42 ^{efg} ±0.04 | 1.48 ^{bcd} ±0.01 | 1.52 ^{abc} ±0.01 | 1.52 ^{abc} ±0.01 |

N = samples stored without the aluminum foil protection; P = samples stored with the aluminum foil protection; results of triplicate analysis in three samples, expressed in wet basis. Means containing a common superscript are not significantly different ($P > .05$).

The losses of vitamin C levels in the samples were made in percentages, considering 100% of vitamin C for time (number of days) equal to zero and subtracting the vitamin C percentage left after the 40-day period.

After 40 days, the losses of vitamin C were of 22,08% and 10,40%; 7,79% and 3,90%; 1,30% and 1,30% for the room, refrigeration and freezing temperatures, respectively, with and without the aluminum foil protection, showing that freezing is the best way to preserve the vitamin C, followed by refrigeration.

Researchers have shown that vitamin C degradation depends on the combination of time and storage temperature. According to Visnardi et al. (15), significant losses of the vitamin C content were not observed in the Barbados cherry pulp without the thermal treatment, when stored in polyethylene bags for a 30-day period in a freezer, and a decrease of 50% for those stored in a refrigerator. According to Shawnke & Desai (16), losses of vitamin C in Barbados cherry juice submitted to the quick pasteurization (88°C for 45 seconds) vary from 53,3% to 81,5% when stored at room temperature for a 1-year period and more than 20% when stored at 7°C for the same period of time.

At the end of 40 days, significant differences in the vitamin C content were observed for the samples stored without and with the aluminum foil protection, for the room and refrigerated temperatures. For the frozen samples this difference was not observed. The samples stored at room temperature at the end of 40 days showed losses of 22,08% (without protection) and 10,40% (with protection), showing a bigger retention of the vitamin C levels for those protected with aluminum foil.

The samples stored in refrigeration showed losses of 7,79% and 3,90% of vitamin C levels, for the samples that were not protected, and for the protected ones, respectively, showing a bigger conservation of vitamin C, for those protected by aluminum foil. Cruz et al. (7), working with the integral

green Barbados cherry stored in freezer, observed losses of 15,90% of vitamin C in integral fruits in aluminum foil and 89% in glass flasks after 10 days. Even though the experiments are different, considering the processing and temperature of storage, in both it is proved that packets protected from light show bigger preservation of vitamin C, and the exhaustion and pasteurization processes used in this experiment, probably contributed for the denaturation of oxydases enzymes, in the reduction of the oxygen levels in the samples, so that there was a smaller loss of vitamin C content.

For the samples submitted to freezing, there were vitamin C losses of 1,30% at the end of 40 days, significant differences between the storage conditions did not occur (with and without aluminum foil protection). These losses were always lower than the ones submitted to room and refrigerating temperatures.

Researches developed by Cruz et al. (7), with integral Barbados cherry submitted to freezing, packed in aluminum foil and glass flasks, showed a significant decrease in the vitamin C content until the 10th day of storage. After this period, the amount of vitamin C in the fruits kept in aluminum foil was stable, while the amount of those in glass, showed a progressive degradation process of the vitamin C. A less accentuate decrease was observed in our experiments.

REFERENCES

1. Alzugary D & Alzugaray C. Vida, um guia de auto-suficiência. É fácil cultivar acerola. Rio de Janeiro, Editora Três, 1975; 89p.
2. UFRPE-Universidade Federal Rural de Pernambuco. Acerola *Malpighia glabra* L., família das Malpighiaceas. Já introduzida no Brasil esta planta que dá frutos riquíssimos em ácido ascórbico. Rev Quím Ind. 1985; 637:10.
3. Casado V. Vitamina C em forma de fruta. Plantio de acerola aumenta no PR para abastecer indústria de suco. Jornal Multirural, Curitiba, 1a quinzena de outubro de 1994; p.7.
4. Civita R. (Ed.) Guia Rural Plantar. A Enciclopédia Prática da

- Agricultura Brasileira. São Paulo, Editora Abril, dez. 1991; p. 11.
5. Petti I & Medina S. Frutas campeãs em vitamina C. São Paulo, Rev. Saúde, 1989; 9:16.
 6. Adeodato S & Beccari A. Vitamina C dá em árvore. Rio de Janeiro, Globo Ciência, 1994; 41:39.
 7. Cruz VD, D'arce LPG, Castilho VM, Lima VA, Cruz R & Godinho PM. Variações no teor de ácido ascórbico de acerolas (*Malpighia glabra L.*) em função do estágio de maturação e temperatura de estocagem. Arq Biol Tecnol, 1995; 38:331.
 8. Nogueira CMD, Maia GA, Figueiredo RW, Oria HF & Oliveira GSF. Caracterização química e físico-química de três clones de acerola. In: Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, 7, 1991, São Paulo. RESUMOS, Soc Bras Anal Alim, 1991; p.89.
 9. Fitting OK & Miller CD. The stability of ascorbic acid in frozen and bottled acerola juice alone and combined with other fruit juices. Food Res, 1960; 25:203.
 10. Visentainer JV, Vieira OA, Matsushita M & Souza NE. Caracterização físico-química de acerola *Malpighia glabra L.* produzida na região de Maringá, Estado do Paraná, Brasil. Arch Latinoam Nutr, 1997; 47:70.
 11. Asenjo CF. Acerola. In: Nagy S & Shaw PE (Eds.) Tropical and Subtropical Fruits. Westport, AVI Publishers, 1980; p. 341.
 12. Amrade JMB, Brandão Filho JUT & Vasconcelos MAS. Efeito da poda na produtividade da aceroleira. Rev Bras Frutic, 1995; 17:42.
 13. Pupim P. Com mercado garantido, acerola ganha campo. Jornal da UEM, Maringá, abril-maio de 1991; p.11.
 14. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed., São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985; 533p.
 15. Montgomery DC. Design and Analysis of Experiments. 4. ed., New York, John Wiley & Sons, 1997; 704p.
 16. Visnardi C, Visentainer JV, Matsushita M & Souza NE. Teor de vitamina C em polpa de acerola submetida a armazenamento e processamento. In: Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, 8, 1993, Porto Alegre. RESUMOS, Soc Bras Anal Alim, 1993; p. 9.
 17. Sawnke DK & Desai BB. Acerola. In: CRC. Postharvest Biotechnology of Fruits. Boca Raton, CRC, 1984; v. II, p. 87.

Recibido: 24-09-1997

Aceptado: 28-07-1998

Contenido de algunos nutrientes, minerales y variaciones estacionales en *Porphyra columbina*, alga comestible de la Costa Patagónica argentina

María Angélica Fajardo, Fabiana Alvarez, Oscar Héctor Pucci, María Luz Pita Martín de Portela

Universidad Nacional de la Patagonia S. Juan Bosco - Comodoro Rivadavia y Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Universidad de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. Las algas roja, *Porphyra sp.*, son comestibles, de sabor agradable y abundantes en las costas patagónicas de Argentina. Por la carencia de datos nacionales de composición, y dada su creciente incorporación en la alimentación humana de Occidente, se estudió el contenido de algunos minerales esenciales de *Porphyra columbina* Montagne (Rodophyta Bangiales). Las algas se recolectaron mensualmente, en forma manual, en el Golfo de San Jorge (30 Km al Sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia), desde abril de 1993 hasta febrero de 1994. Se lavaron con agua de mar y se secaron a la temperatura ambiente de las viviendas (20-25°C) tal como se comercializan en la región. Se determinaron humedad y cenizas (según AOAC) y, luego de mineralizar con ácido nítrico, sodio y potasio (fotometría de llama), calcio, magnesio y hierro (espectrofotometría de absorción atómica) y fósforo (método de Gomori). Los resultados, expresados por 100g de alga seca, evidenciaron un contenido de humedad entre 7,03 y 11,00 g/100g y de cenizas entre 16,18 y 22,70 g/100g. Los minerales mayoritarios fueron: sodio (3,18 a 6,41 g/100g), potasio (1,24 a 1,96 g/100g) y magnesio (600 a 836 mg/100g). El fósforo osciló entre 78 y 276 mg/100g, el calcio entre 63 y 108 mg/100g y el hierro entre 3,9 y 26,4 mg/100g. Fueron importantes las variaciones mensuales, encontrando los mayores valores de cenizas, sodio, potasio y magnesio en los meses de invierno (junio y julio). **Palabras clave:** Algas rojas, *Porphyra columbina*, minerales, costa patagónica.

SUMMARY. Mineral values and seasonal fluctuations of *Porphyra columbina*, an edible marine algae from the Southern Argentine coast. *Porphyra columbina* (Rodophyta Bangiales), one of the most important edible seaweeds, grows abundantly in the southern Argentine coast. Their mineral content and seasonal fluctuations were determined because there is no national data about their nutritional value. Samples were collected from April 1993 to February 1994 from Golfo San Jorge (30 Km South of Comodoro Rivadavia). Algae were washed with sea water and dried at room temperature (20-2 °C) for 24 hs, following the local processing procedure. Moisture and ashes were determined according to A.O.A.C. After mineralization with nitric acid sodium and potassium were determined by flame photometry; calcium, magnesium and iron by atomic absorption spectrophotometry (AAS); and phosphorus by Gomori's method. The results, expressed per 100g dry algae showed the following values: moisture content: 7,03 to 11,00 g/100g; ashes: 16,18 to 22,70 g/100g; sodium: 3,18 to 6,41 g/100g; potassium 1,24 to 1,96 g/100g; magnesium: 600 to 836 mg/100g; phosphorus: 78 to 276 mg/100g; calcium: 63 to 108 mg/100g and iron: 3,9 to 26,4 mg/100g. The results of composition of algae as manufactured in the region showed important seasonal differences, with the highest values of ashes, sodium, potassium and magnesium in winter season (June and July). **Key words:** Red algae, *Porphyra columbina*, mineral, Patagonic Coast.

INTRODUCCION

Las algas han sido utilizadas como alimento desde hace siglos, fundamentalmente en Japón y otros países orientales, donde se consumen habitualmente cantidades importantes; por ello en esos países se comercializan tradicionalmente más de 100 especies, ya sea frescas o secas (1,2).

Actualmente están consideradas a nivel mundial como una fuente importante de nutrientes esenciales, siendo creciente su incorporación en las dietas occidentales (3).

Entre las algas rojas comestibles, que son apreciadas en alimentación humana, la *Porphyra columbina* es importante por su elevado contenido de nitrógeno, y, por consiguiente de proteínas; es de sabor agradable; con aspecto arrollado en el

estadio juvenil y luego, en estado adulto, se presenta como hojas similares a verduras, de color pardo violáceo o dorado. Por todos esos motivos es muy apreciada y en Japón es cultivada en escala industrial, alcanzando una producción anual de más de 100.000 toneladas, transformándola para su comercialización en láminas secas llamadas «Hoshi-Nori» o «Asakusa-Nori» (4,5). También es consumida en otros países

* Este trabajo es parte de la Tesis de la Bioquímica María Angélica Fajardo, a ser presentada para aspirar al Título de Doctor de la Universidad de la Patagonia San Juan Bosco.

Financiado por la UNPSJB (subsido 10/C019) y UBA (subsido TA 04/94)

donde se la conoce con distintos nombres: en China e la llama «Zicai» (2); en Corea: «Kim» (4); en Chile: «Luche» o «Luchi» (6).

Dada la abundancia de algas en el litoral marítimo de la región Patagónica Argentina y el interés creciente en su consumo, su comercialización podría contribuir a satisfacer las demandas del mercado internacional constituyendo una fuente potencialmente importante de recursos a nivel regional y nacional.

Por otra parte, la composición de las algas, en general, presenta variaciones geográficas y estacionales que están relacionadas con las condiciones ambientales y con el estadio vegetativo (7,8). Por ello, y ante la carencia de datos nacionales acerca de su composición, se ha encarado un estudio nutricional integral de algas comestibles, que ha comenzado por el análisis de la *Porphyra columbina*. En el presente trabajo se describen los resultados del contenido en algunos minerales de importancia nutricional: sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio y hierro, así como sus variaciones a lo largo de 11 meses consecutivos, desde abril de 1993 hasta febrero de 1994.

MATERIALES Y METODOS

Recolección de las algas

Las muestras fueron recolectadas en Punta Maqueda, lugar situado en el Golfo de San Jorge (Provincia de Santa Cruz), 30 Km al Sur de la ciudad de Comodoro Rivadavia a 46° 01' de latitud Sur y 67° 34' de latitud Oeste (Figura 1). Los muestreos fueron realizados de acuerdo a criterios biológicos de mantenimiento de recursos renovables, en una zona de muy bajo nivel de contaminación. Las algas adheridas a los mejillines, se extrajeron manualmente de la restinga rocosa en un área muy expuesta al oleaje, durante los niveles medios del intermareal, desde abril de 1993 hasta febrero de 1994. Se efectuó en el lugar la clasificación sistemática (9), se separaron las epifitas y se lavaron con abundante agua de mar.

Preparación de las muestras

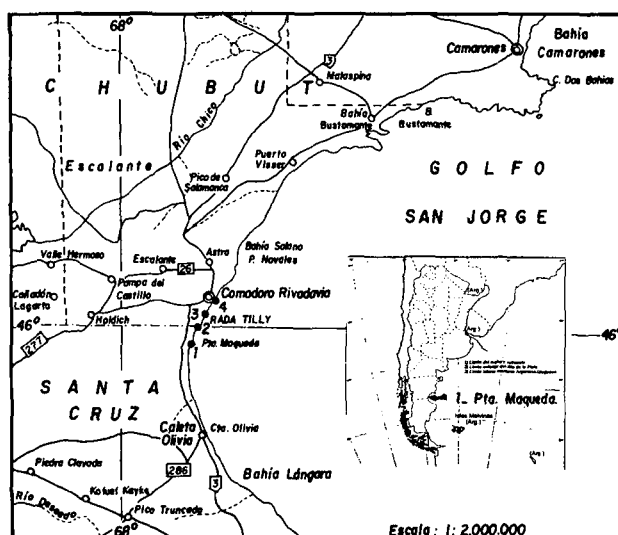
Las algas se trasladaron refrigeradas inmediatamente después de la recolección. En el laboratorio se extendieron sobre papeles absorbentes, dejándolas secar a la temperatura ambiente (20-25°C) durante 24 hs; se molieron en una procesadora Moulinex con cuchillas de Titanio. Las algas comestibles secas que no se procesaron inmediatamente fueron guardadas en congelador, a -20°C en recipientes de plástico, con tapa hermética, hasta la realización de las determinaciones.

Metodología analítica

Determinación de minerales: se pesaron exactamente, por triplicado, alrededor de 100 mg de la muestra de cada mes. Se efectuó la digestión por vía húmeda, con 1.5 mL de NO₃H concentrado de calidad cromatográfica, en un horno a microondas utilizando «bombas» Parr (10). Luego de enfriado

el producto de la digestión se llevó a un volumen de 10 mL, efectuando, por duplicado, las diluciones que fuesen necesarias en cada caso; se determinó: sodio y potasio de fotometría de llama; calcio, magnesio y hierro, por espectrofotometría de absorción atómica (E.A.A.) (11); fósforo, mediante el método colorimétrico de Gomori (12). Todo el material utilizado se lavó con NO₃H al 20% enjuagándolo 6 veces con agua destilada y 6 veces con agua desionizada. Se utilizaron estándares Merck para absorción atómica. Cuando los replicados se desviaron en más de un 5% con respecto a los valores promedio, se repitieron las determinaciones. Se determinó, además, en cada muestra: humedad, por desecación en estufa a 1000°C hasta peso constante y cenizas por incineración en mufla a 500°C (13).

FIGURA 1



Referencias

1. Pta. Maqueda
2. Playa Límite
3. Rada Tilly-Pta. Marques
4. Com. Rivadavia-Pta. Borja

Análisis estadístico de los resultados

Se calcularon las diferencias significativas entre los valores promedio y aplicando el análisis de ANOVA de un factor (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 figuran los valores promedio del contenido de humedad, de cenizas y de los minerales estudiados, expresados por 100g de alga comestible seca, tal como es comercializada y consumida en la región. Puede observarse que el porcentaje de humedad varió entre 7,03 y 11,0 g/100g. El contenido de cenizas osciló entre 16,18 y 22,70g por 100g,

presentándose los valores más altos en los meses de junio y julio, siendo significativamente menores desde agosto a febrero. Los minerales mayoritarios fueron sodio (3,18 a 6,47 g/100g), potasio (1,24 a 1,96 g/100g) y magnesio (600 a 832 mg/100g). Fue muy bajo el contenido de calcio (63 a 108 mg/100g) y el de fósforo fue 2 a 3 veces superior al de calcio (152 a 256 mg/100g). El de hierro fue sumamente variable (3,9 a 26,4 mg/100g), presentando los valores más bajos en los meses del período reproductivo (agosto a noviembre).

En la Tabla 2 se expresó el contenido de minerales por

100g de base seca, para poder visualizar y comparar las variaciones mensuales en la composición. Dado que el porcentaje de humedad presentó un rango no muy amplio (7,03 a 11,0 g/100g de alga seca) las variaciones entre los distintos meses fueron similares a las observadas en la Tabla 1. Al expresar los resultados por 100g de base seca se puede observar que el contenido de cenizas presentó los valores más altos en los meses de junio y julio, siendo significativamente menor desde agosto a febrero; los valores de sodio, potasio y magnesio presentaron los valores más altos en el mes de julio.

TABLA 1
Composición de algas comestibles secas (*Porphyra col*)

| Mes | Promedio ± DE g por 100 g de alga comestible seca | | | | Promedio ± DE mg por 100 g de alga comestible seca | | | |
|------------|--|------------|-----------|-----------|---|--------|---------|----------|
| | Humedad | Cenizas | Sodio | Potasio | Magnesio | Calcio | Fósforo | Hierro |
| Abril | 9,12±0,01 | 21,10±0,19 | 5,83±0,08 | 1,90±0,01 | 695±1 | 108±10 | 187±14 | 26,4±1,0 |
| Mayo | 9,63±0,56 | 20,12±1,03 | 4,04±0,18 | 1,44±0,04 | 604±40 | 63±14 | 152±9 | 11,7±1,0 |
| Junio | 11,00±0,30 | 22,70±0,50 | 5,73±0,42 | 1,70±0,13 | 786±40 | 94±4 | 200±7 | 13,1±0,3 |
| Julio | 8,14±0,01 | 22,21±1,09 | 6,47±0,21 | 1,96±0,08 | 836±60 | 83±7 | 232±7 | 13,3±0,7 |
| Agosto | 7,56±0,01 | 18,23±1,58 | 5,03±0,38 | 1,67±0,02 | 776±50 | 79±10 | 226±12 | 8,8±0,7 |
| Septiembre | 10,40±0,16 | 16,18±0,10 | 5,18±0,18 | 1,73±0,09 | 600±3 | 93±12 | 232±20 | 3,9±0,7 |
| Octubre | 9,45±0,10 | 19,95±0,02 | 4,10±0,22 | 1,72±0,09 | 679±70 | 74±3 | 240±4 | 10,5±0,3 |
| Noviembre | 10,37±0,06 | 19,54±0,02 | 4,24±0,38 | 1,45±0,13 | 690±50 | 68±2 | 192±13 | 10,8±2,0 |
| Enero | 8,11±0,13 | 17,53±0,16 | 4,82±0,15 | 1,56±0,07 | 690±27 | 78±2 | 179±13 | 13,3±1,0 |
| Febrero | 7,03±0,19 | 18,19±0,03 | 3,18±0,67 | 1,24±0,22 | 657±24 | 66±6 | 73±9 | 19,3±1,0 |

TABLA 2
Composición de algas comestibles (*Porphyra col*)*

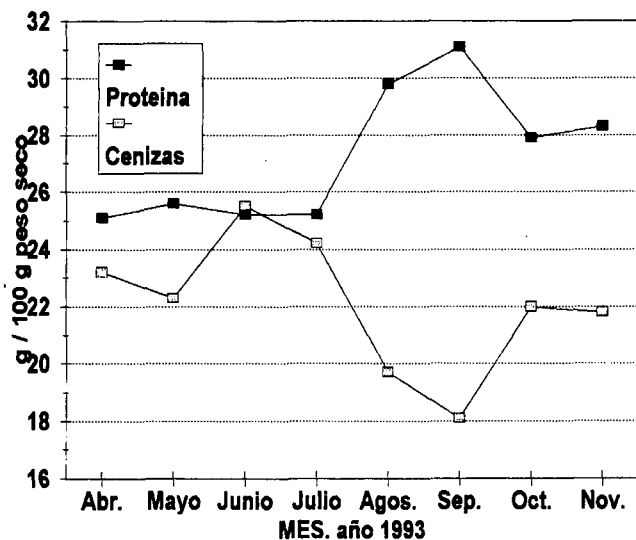
| Mes | Promedio ± DE g por 100 g de base seca | | | Promedio ± DE mg por 100 g de base seca | | | |
|------------|---|-------------------------|--------------------------|--|----------------------|----------------------|-------------------|
| | Cenizas | Sodio | Potasio | Calcio | Magnesio | Fósforo | Hierro |
| Abril | 23,22±0,19 ^b | 6,42±0,08 ^b | 2,09±0,01 ^{ab} | 119±9 ^a | 765±1 ^c | 206±14 ^{ef} | 29±1 ^a |
| Mayo | 22,7±1,03 ^{bc} | 4,70±0,17 ^e | 1,59±0,04 ^e | 70±13 ^f | 668±39 ^e | 168±9 ^g | 14±1 ^c |
| Junio | 25,51±0,50 ^a | 6,44±0,42 ^b | 1,91±0,13 ^{bc} | 106±4 ^b | 884±36 ^{ab} | 225±7 ^{cd} | 15±1 ^c |
| Julio | 24,18±1,09 ^a | 7,03±0,21 ^a | 2,12±0,08 ^a | 90±7 ^c | 906±56 ^a | 253±7 ^b | 15±1 ^c |
| Agosto | 19,72±1,59 ^d | 5,44±0,37 ^{cd} | 1,81±0,16 ^{cd} | 85±10 ^{cd} | 844±52 ^b | 244±12 ^{bc} | 10±1 ^e |
| Septiembre | 18,06±0,10 ^e | 5,80±0,18 ^c | 1,93±0,09 ^{abc} | 104±12 ^b | 670±3 ^e | 259±18 ^b | 4±1 ^f |
| Octubre | 22,03±0,021 ^c | 4,53±0,23 ^e | 1,90±0,09 ^{bc} | 82±3 ^{cde} | 755±73 ^{cd} | 276±4 ^a | 12±1 ^d |
| Noviembre | 21,80±0,02 ^c | 4,30±0,36 ^e | 1,62±0,13 ^{de} | 76±2 ^{def} | 766±54 ^c | 215±13 ^{de} | 12±2 ^d |
| Enero | 19,08±0,16 ^{de} | 5,25±0,15 ^d | 1,69±0,07 ^{de} | 85±2 ^{cd} | 751±27 ^{cd} | 195±13 ^f | 14±1 ^c |
| Febrero | 19,57±0,03 ^d | 3,42±0,67 ^{bf} | 1,33±0,22 ^f | 71±6 ^{ef} | 706±25 ^{de} | 78±9 ^h | 21±1 ^b |

* Superíndices diferentes, en una misma columna, indican diferencias significativa (p<0,05)

Se sabe que la composición de los distintos tipos de algas, dentro del mismo género y especie, presenta variaciones geográficas y estacionales, relacionadas con las condiciones ambientales y con el estadio vegetativo (7,8); en consecuencia, el crecimiento es función de una serie de factores como época del año, profundidad de la masa de agua, temperatura, salinidad, exposición con respecto al oleaje y latitud geográfica (15,16).

En el caso particular de *Porphyra* se han descrito variaciones estacionales en el contenido de nitrógeno y de ácido ascórbico en algas recolectadas en el Pacífico y en Nueva Zelanda (7,15). Asimismo, en nuestro caso, en un trabajo previo donde estudiamos el contenido de nitrógeno en *Porphyra columbina* y su variación estacional en el mismo año que el de este trabajo, observamos una mayor concentración de nitrógeno y ácido ascórbico en la primavera (mes de septiembre) (17,18) (Figura 2). Esta época corresponde a la etapa de mayor crecimiento, donde la *Porphyra* se presenta con forma de láminas nuevas largas y grandes, con sus bordes rojos y áreas internas amarillas. Posteriormente, comienza el período de activa reproducción, y las formas adultas parecen deshilacharse, dejando una estructura de hidrocólido, transparente en los bordes; en consecuencia, disminuye la concentración de nutrientes. Esta etapa reproductiva tiene lugar al finalizar el invierno, variando, a su vez, según los factores regionales de latitud geográfica y climáticos del año.

FIGURA 2
Proteínas y cenizas en *Porphyra columbina*



Por otra parte, el contenido de minerales refleja composición intrínseca de las algas, más las sales propias del agua de mar en la que quedan embebidos los talos. El elevado contenido de sodio proviene principalmente del agua de mar, que en la zona fue de 8,6 g/l, siendo retenido en los talos y formando parte de las algas secas. Este hecho contribuye a que las algas

secas puedan ser almacenadas a temperatura ambiente durante períodos prolongados de tiempo, fundamentalmente en zonas como la de Comodoro Rivadavia, donde la humedad ambiente es sumamente baja durante todo el año.

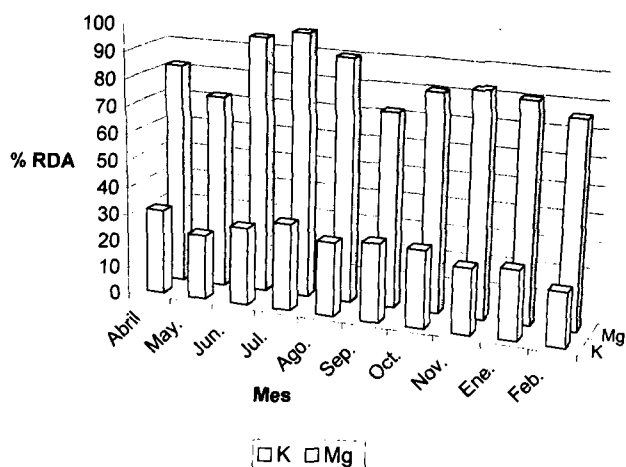
Nuestros resultados concuerdan con las variaciones estacionales descritas para otros nutrientes en varias especies de *Porphyra* extraídas de diversos lugares del Mar Mediterráneo y del Océano Pacífico, extendiendo los resultados de las variaciones estacionales al contenido de nutrientes minerales. Por otra parte, revelaron la existencia de una relación inversa entre el contenido de nitrógeno y el de cenizas (Figura 2), que se ve reflejada también en el contenido de sodio, potasio y magnesio.

Es de destacar que el elevado contenido de sodio, que osciló entre 3,18 y 6,47 g/100g de alga comestible seca, podría ser considerado perjudicial desde el punto de vista nutricional, dada la conveniencia de disminuir el consumo de sal para prevenir enfermedades crónicas como la hipertensión arterial y los problemas cardio y cerebrovasculares. Sin embargo, la *Porphyra col.* se consume en la zona de Comodoro Rivadavia seca y molida, ya sea en sopas o espolvoreándola sobre comidas a base de arroz y guisos de distinto tipo, a los que confiere un típico «gusto marino». Teniendo en cuenta los resultados obtenidos acerca del contenido de los minerales estudiados, el aporte de dos cucharas soperas por plato, cantidad normalmente utilizada por los consumidores habituales, representaría, según la época de recolección, de 1.026 a 2.109 mg de sodio. De ese modo la *Porphyra col.* podría sustituir a la sal común, pero aportaría también entre 400 y 636 mg de potasio y entre 200 y 272 mg de magnesio, cantidades que representarían un porcentaje importante de las ingestas recomendadas de esos nutrientes (19): entre 19% y 29% para el potasio y entre el 51% y 72% para el magnesio (Figura 3). Estos aportes pueden constituir cifras considerables sobre todo en zonas donde es escaso y poco frecuente el consumo de alimentos vegetales. Por otra parte, si bien no se han realizado aún las determinaciones de yoduro, es de suponer que su aporte debe ser importante.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran en la *Porphyra col.* de la costa Patagónica Argentina un contenido importante de nutrientes minerales por 100g de alga comestible seca, tal como es comercializada en la región, con importantes variaciones estacionales. Entre los minerales son mayoritarios el sodio, potasio y magnesio, encontrando los mayores valores en el invierno, indicando la importancia de la época de recolección en la concentración de nutrientes. Estos minerales pueden constituir aportes considerables en zonas donde el consumo de alimentos vegetales es escaso y poco frecuente.

FIGURA 3
 Porcentaje de cobertura en potasio y magnesio,
 para mujeres al consumir dos cucharadas de alga
 comestible secas (19)



REFERENCIAS

1. Fujiwara-Arasaki TF, Mino N & Kuroda M. The protein value in human nutrition of edible marine algae in Japan. *Hydrobiologia* 1984;116/117: 513-516.
2. Tseng CK & Fei XG. Macroalgae commercialization in the Orient. *Hydrobiologia*, 1981;151/152: 167-172.
3. Halperin DR. Algas en la alimentación humana. - Contribución técnica, número 10 - CIBIMA (Centro de Investigación en Biología Marina); Buenos Aires, 1978.
4. Kazutossi Nisizawa, Hiroyuki Noda, Ryo Kikuchi & Tadaharu Watanabe. The main seaweed foods in Japan. *Hydrobiologia*, 1987;151/152: 5-29.
5. Miura A. *Porphyra* cultivation in Japan. *Advances of Phycology in Japan*. J. Tokida H. Hirose eds. W. Junk - The Hague, 1975;p 273-274.
6. Schmidt- Hebbel H, Pennacchiotti Monti Y et al. Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 1985.
7. Aitken KA, Melton LD, Brown MT. Seasonal protein variation in the New Zealand seaweeds *Porphyra columbina* Mont. and *Porphyra subtumens*. J. Ac. (Rodophyceae) *Jpn J Phycol* 1991;39:307-317.
8. Wheeler PA & Bjornsater BR. Seasonal fluctuation in tissue nitrogen phosphorus and NN for five macroalgal species common to the Pacific northwest coast. *J Phycol* 1992; 28:1-6.
9. Boraso de Saixso A, Fajardo MA. Estudio en *Porphyra columbina* montagne (BANGIALES) en la costa Patagónica Argentina. Morfología, composición química y distribución vertical. XVII Reunión Argentina de Ecología, Mar del Plata (Argentina) 24-28 de Abril, 1995.
10. Sapp RE & Davidson SD. Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *J Food Science*, 1991;5 (5):1412-1414.
11. Analytical methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin-Elmer Corp-Norwol K,C.I., 1971.
12. Gomori GA. Modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J Lab Clin Med* 1942;27:955-960.
13. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of The A.O.A.C. 12th ed., Washington, D.C. US Government Printing Office, 1985.
14. Sokal RR & Rohlf FJ. The principle and practice of statistic in biological research. WE Freemore & Company, San Francisco, 1969.
15. Friedlander SF, Melton LD & Brown MT. Ascorbic acid in the New Zealand seaweeds *Porphyra columbina* Mont. and *Porphyra subtumens*. J.Ac. (Rhodophyceae) *Jpn. J. Phycol (sorui)*, 1989;370:259-301.
16. Mukai LS, Craigies JS & Brown R. Chemical composition and structura of the cell walls of the conchocella and the tallus phases of *Porphyra tenera* (Rodophyceae). *J Phycol*, 1981;170, 192-198.
17. Fajardo MA, Alvarez F, Risso S, Pucci OH, de Portela ML. Contenido de nitrógeno y ácido ascórbico de algas patagónicas, *Porphyra sp.* y sus variaciones estacionales. Actas de VI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos y 1er. Encuentro de Técnicos de Alimentos del Cono Sur, 1994;288-290.
18. Fajardo MA, Alvarez F, Risso S, Pucci OH, de Portela ML. Variación del contenido de ácido ascórbico durante el almacenamiento en algas *Porphyra sp.* Actas del VI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos y 1er Encuentro de Técnicos de Alimentos del Cono Sur, 1994;291-293.
19. Recommended Dietary Allowances, 10th ed. National Academy of Sciences. National Academic Press. Washington, D.C., 1989.

Recibido: 09-03-1998

Aceptado: 28-07-1998

Vitaminas y minerales del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del Pacífico mexicano enlatado en aceite

María Isabel Castro-González, Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Elena Carranco Jáuregui, Ma. Eugenia Juárez Silva

Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", México

RESUMEN. El atún es uno de los alimentos de origen marino de mayor consumo en México dada su accesibilidad y bajo costo. Se cuantificó el contenido de micronutrientes del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) enlatado en aceite vegetal (siete lotes con cinco repeticiones) procedente de diferentes localidades del Pacífico mexicano. El análisis químico aproximado se realizó siguiendo las técnicas del AOAC; la cuantificación de minerales (Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu, Cd, Cr, Pb) se llevó a cabo por espectrofotometría de absorción atómica; y de vitaminas por HPLC. Se registró la procedencia de atún de tres localidades del Pacífico mexicano (Baja California Sur (L1), Mazatlán (L2) y Colima (L3)). La humedad estuvo entre 65 y 75%, la proteína cruda entre 12.6 y 16.4% y el extracto etéreo que fue la fracción más variable entre localidades, entre 7.1 y 15.9%. De las vitaminas hidrosolubles la niacina fue la más abundante (4.8-16.5 mg/100g); la vitamina A (UI/100g) fue igual en promedio para L1 y L2 (36.5 y 36.2) y mayor para L3 (42.0). Los minerales más abundantes fueron el Na (136-552 mg/100g), K (78-221 mg/100g) y P (290-594 mg/100g), de éstos, los intervalos más grandes para Na y K se presentaron en L1, para P en L2. El Ca (mg/100g) presentó valores promedio muy diferentes entre L1 (6.9) y L2 (12.7) y en L3 se tuvo un intervalo muy grande (3.4-21.8). El Zn fue menor en L2 (0.2-0.4 mg/100g) y mayor en L3 (0.54-0.70 mg/100g). El Mg y Cu fueron los minerales con menores intervalos y con valores promedio semejantes entre localidades. No se detectó la presencia de Pb, Cd y Cr. En conclusión, el atún además de ser un alimento proteico, aporta importantes cantidades de extracto etéreo, Na, K, P y niacina. Los minerales con mayor variación entre localidades fueron el Ca, Na y Zn y entre marcas comerciales el Fe, Na, K y Ca. La vitamina A, Cu y Mg fueron menos variables entre localidades.

Palabras clave: Minerales, vitaminas, atún, *Thunnus albacares*, Pacífico mexicano.

INTRODUCCION

En México, el atún por su bajo costo, disponibilidad y alto valor nutritivo es un alimento enlatado de amplio consumo. La pesquería de atún en México se lleva a cabo en el Pacífico Oriental y en el Golfo de México y aproximadamente el 50% de las embarcaciones tienen una capacidad de acarreo total de más de 42 millones de toneladas métricas, lo que permite operar en aguas nacionales e internacionales con una gran cobertura. Sin embargo, es en las costas del Pacífico mexicano

SUMMARY. Minerals and vitamins in yellow fin tuna (*Thunnus albacares*) oil canned, from the Mexican Pacific. Tuna is one of the most consumed sea food in Mexico due to its abundance and low cost. The micronutrient content was evaluated in yellow fin tuna (*Thunnus albacares*) canned in vegetable oil (7 samples with 5 repetitions). Tuna proced from different areas in the coast of the Pacific, Baja California Sur (L1), Mazatlan (L2) and Colima (L3). The approximate chemical analysis was carried out by the methods of AOAC; minerals (Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu, Cd, Cr and Pb) by atomic absorption spectrophotometry and vitamins by HPLC. The percentage of moisture was among 65-75%, crude protein (12.6-16.4%) and ether extract, the fraction with most variation among locations, was (7.1-15.9%). Niacin was the most abundant vitamin (4.8-16.5 mg/100g); mean Vitamin A (UI/100g) in L1 and L2 was similar (36.5 and 36.2), and higher in L3 (42.0). The most abundant minerals were Na (136-552 mg/100g) and K (78-221 mg/100g), from this, the widest range of Na and K were found in L1, while L2 was for P. Ca (mg/100g) showed different mean values between L1 (6.9) and L2 (12.7) and in L3 the range was extensive (3.4-21.8). Zn was low in L2 (0.2-0.4 mg/100g) and higher in L3 (0.54-0.70 mg/100g). Mg and Cu were the mineral with the narrowest range and with mean values similar among locations. Pb, Cd and Cr were not detected. The mineral with the highest variation among locations were Ca, Na and Zn; and among commercial brands were Fe, Na, K and Ca. Vitamin A, Cu and Mg showed the least variation between locations. It is concluded that the yellow fin tuna provides important amounts of ether extract, Na, K, P and niacin.

Key words: Mineral, vitamins, tuna (*Thunnus albacares*), Mexican Pacific.

donde se cuenta con la mejor infraestructura portuaria e industrial para su explotación. El recurso "atún" está formado por diferentes especies de los géneros *Thunnus*, *Katsuwonus* y *Sarda*, cuyos nombres comunes son: atún aleta amarilla, albacora, patudo, atún aleta azul, atún ojigrande, atún aleta negra, bonito, barrilete negro y barrilete (1,2). Es en esta zona donde el atún aleta amarilla, *Thunnus albacares* presenta un alto valor comercial y abundancia; constituyendo en 1992 el 91.42% de la captura de la flota mexicana y teniendo en 1994 un volumen de captura de 97.680 toneladas métricas (1).

En la actualidad, México es un importante exportador de atún a los mercados internacionales. El atún aleta amarilla es el producto mejor cotizado en el extranjero, y fue a partir de la década de los ochenta que se extendió su exportación a Italia, España, Francia, Japón, Tailandia, Costa Rica y Canadá (1).

El principal proceso industrial al que se somete es el enlatado en aceite vegetal y en menor medida el congelado y enhielado (para consumo directo local o exportación), destinándose los subproductos del procesamiento para la alimentación animal (1,2). La capacidad de producción nacional de latas de atún en aceite para 1994 fue de 9'150,000 (1).

Es sabido que la concentración de micronutrientes en cualquier recurso biológico, está influenciada por factores bióticos (como la zona y época de captura) y abióticos (como el proceso industrial), por lo que se planteó como objetivo del presente trabajo identificar la variación en el contenido de minerales, vitaminas, y composición proximal del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) enlatado en aceite procedente de diferentes localidades del Pacífico mexicano.

MÉTODOS

Obtención y preparación de las muestras

Siete lotes con cinco repeticiones de atún fueron obtenidos mediante un muestreo aleatorio simple, en diferentes supermercados de la Ciudad de México; las muestras se agruparon de acuerdo al lugar de procedencia y en forma individual (por marca comercial), se licuaron sin drenar hasta formar una pasta homogénea.

Análisis químico

Humedad (deshidratación en estufa a 40°C); cenizas (incineración a 550°C); proteína cruda (N x 5.72 con micro-Kjeldhal) (3); extracto etéreo (con éter anhidro en equipo Soxhlet-Tecator), todo de acuerdo a las técnicas descritas en el AOAC (4). Los minerales analizados fueron: Ca, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu, Cd, Cr, Pb por espectrofotometría de absorción atómica, previa digestión húmeda y el P se analizó por colorimetría (4). Las vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, vitamina A), por HPLC en un equipo Waters 470 con detector UV/VIS, flujo de 1 ml/min y volumen de inyección de 5 ml; se utilizaron como estándares el Cis-retinol, B₁, B₂ y Niacina de SIGMA (5). Las muestras se analizaron por triplicado.

Análisis estadístico

Se calculó la media, desviación estándar e intervalos de confianza por zona de colecta, utilizando el programa de computación Jandel Scientific para Windows (6).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se registró la procedencia de atún de tres localidades del Pacífico mexicano: Baja California Sur (L1), Mazatlán (L2) y Colima (L3). En todos los casos se trato de atún aleta amarilla,

el peso drenado fue de 130 g y el peso neto de 174 g. La composición general del contenido de la lata fue: atún en trozos, aceite vegetal, agua y sal. En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición química aproximada y vitaminas. La humedad fue diferente para las tres localidades y el mayor intervalo de confianza fue para L3, con valores desde 64.9 hasta 74.7; la L1 presentó la humedad más alta y en general fue mayor que la informada por otros autores (60.60%) (7); la proteína cruda (N x 5.72) presentó la mayor variación en L1 (12.8 a 16.4) y en general, los valores se mantuvieron cercanos entre las 3 localidades siendo bajos en comparación con lo informado en las Tablas (24.20%) (7); sin embargo, se deben considerar las diferencias en el contenido de humedad. El extracto etéreo presentó variaciones de mas del 100% entre L1 (7.4%) y L2 (15.7%) y en L3 los valores fueron extremos (de 7.1 a 15.6%). Es importante mencionar, que la cantidad de extracto etéreo aquí informada, incluye también el aceite vegetal que se añadió al atún durante el proceso de enlatado. Las cenizas se obtuvieron en pequeñas cantidades y sólo L1 presentó un intervalo mayor (0.5-1.99%). De acuerdo a Van de Kamp y Wykes (8), la porción de músculos comestible en el pescado es generalmente de 18% de proteína, con un contenido entre 1 y 2% de cenizas.

TABLA 1

Composición química proximal y vitaminas del atún aleta amarilla, enlatado en aceite, de tres localidades del Pacífico mexicano*

| Fracción | Baja California L1 | Colima L2 | Mazatlán L3 |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Humedad | 75.6±1.9 (72.5-78.7) | 66.1±1.2 (64.2-68.7) | 69.8±4.7 (64.9-74.7) |
| Proteína cruda | 14.6±1.1 (12.8-14.4) | 1.5±0.24 (14.7-15.5) | 13.8±1.09 (12.6-14.9) |
| Extracto etéreo | 7.4±0.17 (7.15-7.7) | 15.7±0.10 (15.5-15.9) | 11.5±3.9 (7.3-15.6) |
| Cenizas | 1.25±0.46 (0.5-2.0) | 1.3±0.03 (1.26-1.34) | 1.5±0.25 (1.2-1.7) |
| Tiamina | 0.102±0.005 (0.09-0.11) | 0.139±0.056 (0.05-0.23) | 0.095±0.008 (0.09-0.10) |
| Riboflavina | 0.22±0.05 (0.15-0.29) | 0.26±0.03 (0.21-0.30) | 0.20±0.05 (0.15-0.25) |
| Niacina | 9.26±3.05 (4.8-14.5) | 11.8±3.0 (7.1-16.5) | 8.95±2.8 (6.0-11.9) |
| Vitamina A | 36.5±1.1 (34.7-38.3) | 36.2±1.4 (33.9-38.5) | 42.0±4.9 (36.9-47.2) |

* Media, desviación estándar e intervalo de confianza.

De las vitaminas hidrosolubles analizadas la más abundante fue la niacina para las tres localidades, con intervalos grandes en L1 (4.8 a 14.5 mg/100g) y L2 (7.1 a 16.5 mg/100g), siendo estos resultados similares a lo reportado por otros autores (10.1-15.5 mg/100g) (7,9,10); la tiamina y riboflavina

presentaron comportamientos similares entre localidades, teniendo L1 y L3 valores muy parecidos (0.09-0.11 y 0.09-0.10) y (0.15-0.29 y 0.15-0.25) respectivamente. Para tiamina, las tres localidades presentaron valores elevados en comparación a lo informado por los autores ya citados (0.04-0.07 mg/100g) (7,10,11), a pesar de que en el proceso de enlatado llega a haber pérdida de esta vitamina (9). En cuanto a la riboflavina, los valores obtenidos son elevados en comparación con los mismos (0.09-0.15 mg/100) (7,9,10). La riboflavina y niacina presentan pérdidas más significativas durante el enlatado que con el congelado o cocido. De acuerdo a las recomendaciones de la Food and Nutrition Board de 1989, citada por Lall y Parazo (9) se podría considerar al atún enlatado en aceite, del Pacífico mexicano, como buena fuente de niacina (adultos: 13-20 mg; niños: 9-13 mg).

El contenido de vitamina A (U.I./100g) fue igual para L1 y L2 (36.5 y 36.2, en promedio) y mayor para L3 (42.04) con un intervalo de confianza mas grande (36.9 a 47.2). En general, estos resultados fueron menores a los reportados por otros autores (52-70 U.I./100g) (9,10), probablemente debido a las temperaturas empleadas durante el proceso de enlatado. En los peces óseos (teleosteos) la vitamina A se encuentra en elevadas cantidades en el hígado y en el músculo en cantidades bajas o moderadas, con algunas excepciones, como el atún (9). En el atún enlatado, las vitaminas hidro y liposolubles se difunden al aceite o salmuera (9), la cual es a menudo desechada antes de consumirla, por lo que es recomendable un consumo integral del producto.

En relación al contenido de minerales (Tabla 2), se observa que los más abundantes fueron el P, Na y K; estos últimos, en promedio, fueron menores en comparación con los informado por otros autores (Na 410-800 mg/100g) y (K 260-301 mg/100g) (7,11), sin embargo en L3 se detectó el intervalo de confianza mas grande para Na (152-552 mg/100g) lo cual probablemente se debió, mas que al atún, al proceso ya que la diferencia se observó por marca comercial. Los resultados de P fueron muy similares, en promedio, para L2 y L3; la L1 tuvo un valor promedio menor y presentó un intervalo de confianza más pequeño (407-432 mg/100g), en comparación con la L2 (290-595 mg/100g). Los resultados de las tres localidades fueron mayores a lo reportado para atún en aceite (294-310 mg/100g) (7,11). De los minerales estudiados, el P es el que presenta mayor variación cuando se compara con el pescado fresco, ya que el promedio de la concentración de P en el filete de pescado varía de 113-350 mg/100g; esto se debe a los fosfatos que se añaden durante el proceso de enlatado (11). El Zn se detectó en bajas cantidades para las tres localidades, (desde 0.31 a 0.62 mg/100g en promedio), en relación a lo informado por Lall (11) (0.8 mg/100g), pero en comparación con lo reportado por Chávez y col. (7) (0.4 mg/100g) los resultados de L1 y L3 fueron mayores; para el Ca de la L1 y L2, los valores fueron ligeramente más bajos, de acuerdo a este mismo autor (15.0 mg/100g), sin embargo, la L3 presentó valores extremos (3.4-21.8 mg/100g). El contenido de Mg

para las tres localidades fue similar, entre sí y a lo reportado en Tablas de Composición de Alimentos (7) (23 mg/100g), sin embargo, Lall (11) reporta 45.0 mg/100g de este mineral. El contenido de Fe fue similar, en promedio, entre L1 (1.2 mg/100g) y L3 (1.3 mg/100g), y con intervalo grande para L2 (0.40-1.48 mg/100g), todos los valores fueron similares a lo reportado en las Tablas de Valor Nutritivo (1.2 mg/100g) (7); sin embargo, en todas las localidades los valores están por debajo de lo reportado por Lall (11) (15 mg/100g). El Cu se presentó en cantidades muy pequeñas y similares en los tres grupos, Lall (11) reporta un contenido de Cu, en atún fresco, de 10 mg/100g; así mismo, informa que varios factores influyen en la concentración de este mineral, tales como, la época del año, salinidad, temperatura y presencia de Mn y Fe en el agua. No se detectó la presencia de Pb, Cd y Cr.

TABLA 2
Minerales del atún aleta amarilla, enlatado en aceite,
de tres localidades del Pacífico mexicano*
(mg/100g)

| | Baja California L1 | Colima L2 | Mazatlán L3 |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Ca | 6.9±0.9 (5.5-8.4) | 12.7±0.2 (12.8-13.1) | 12.6±5.8 (3.4-21.8) |
| Na | 217.2±51.3 (135.5-298.8) | 204.4±30.1 (156.5-252.3) | 351.9±125.8 (151.7-552.1) |
| K | 149.8±44.9 (78.3-221.3) | 141.7±11.4 (123.6-159.9) | 137.5±25.5 (112.0-163.0) |
| Fe | 1.12±0.04 (1.05-1.19) | 0.94±0.34 (0.40-1.48) | 1.28±0.16 (1.03-1.53) |
| P | 419.36±7.7 (406.9-431.7) | 442.5±95.6 (290.4-594.6) | 448.8±29.5 (421.6-476.0) |
| Zn | 0.48±0.02 (0.44-0.51) | 0.31±0.07 (0.19-0.42) | 0.62±0.05 (0.54-0.70) |
| Mg | 22.12±4.09 (15.61-28.63) | 20.93±1.69 (18.24-23.62) | 22.71±1.17 (20.85-24.57) |
| Cu | 0.0612±0.003 (0.056-0.066) | 0.0655±0.0132 (0.044-0.087) | 0.0718±0.011 (0.054-0.090) |
| Pb, Cd, Cr | No detectado | No detectado | No detectado |

* Media, desviación estándar e intervalo de confianza.

CONCLUSIONES

El atún aleta amarilla comercialmente procesado en México procede de tres localidades (Baja California Sur, Colima y Mazatlán). El extracto etéreo fue sin duda el componente con mayor variación numérica entre localidades (7.4-15.7%), pero no entre marcas comerciales, excepto para L3. La proteína cruda fue mayor en la zona de baja California (12.8-16.4, con una humedad promedio de 75.6%), pero también aquí se presentó mayor diferencia entre marcas. De las vitaminas, la niacina fue la más abundante (8.95-11.82 mg/100g), pero con

intervalos muy grandes. Los minerales mas abundantes fueron el P, Na y K, seguidos de Mg y Ca. Los minerales con mayor variación entre localidades fueron el Ca, Na y Zn y entre marcas comerciales el Fe, Na, K y Ca. Los micronutrimientos con menor variación numérica entre localidades fueron la Vitamina A, Cu y Mg. No se detectó la presencia de metales pesados (Pb, Cd, Cr) en ninguna muestra.

REFERENCIAS

1. Ortega GS, Villa A, Rodríguez R. Pesquería de Atún. In: Casas M, Ponce G, editores. Estudio potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Semarnap/FAO/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/CRIP/CET del Mar. 1996:351-388.
2. Ruiz DF. Recursos pesqueros de las Costas de México. Su conservación y manejo socioeconómico, Limusa: México 1993.
3. Borgstrom G. Fish as food. Nutrition, Sanitation and utilization. Vol. II. Cap. 2, part e 1. 1962:31.
4. Association of Official Analytical Chemists. Methods of Analysis. AOAC. Washington D.C., USA. 1996.
5. Keller HE. Analytical methods for vitamins and carotenoids in feed. Department of vitamin research and development. Manual Roche Basle. México, 1977; 5-7,23-36.
6. Daniel WD. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. México, 1980.
7. Chávez M, Chávez A, Pérez-Gil RF, Roldan J, Ledezma J, Mendoza E, Hernández S, Chaparro A. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México, INNSZ/PAX/INC: México, 1996.
8. Van de Kamp J, Wykes A. Effect of fish oils and polyunsaturated omega 3 fatty acids in health and disease. National Institute of Health, Bethesda, Maryland, USA, 1992.
9. Lall SP, Parazo PM. Vitamins in Fish and Shellfish. In A. Ruitter, editor. Fish and Fishery Products. CAB International: U.K, 1995:157-186.
10. Scheider WL. Nutrición. Mc Graw-Hill. México, 1985.
11. Lall SP. Macro and trace elements in fish and shellfish. In: A. Ruitter, editor. Fish and Fishery Products. CAB International:U.K., 1995:187-214.

Recibido: 06-05-1998

Aceptado:27-07-1998

Notas

II Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos “Dr. Asher Ludin”

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela invita a participar activamente en el II Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos “Dr Asher Ludin”, el cual se llevará a cabo en Caracas del 24 al 28 de abril de 1999.

Objetivos:

- Promover la difusión del conocimiento, así como lograr el intercambio científico entre especialistas de las diversas áreas de la Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Propiciar una mayor integración entre autoridades gubernamentales, institutos de investigación, industria y especialmente de los profesionales en el área.
- Fomentar la integración de equipos multidisciplinarios de investigación, así como la actualización y capacitación de personal.

Sede:

El II Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos “Dr. Asher Ludin”, se celebrará en la ciudad de Caracas, en el Centro de Convenciones del Hotel Caracas Hilton.

Para mayor información dirigirse a:

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Dirección:

Calle Suapure, Lomas de Bello Monte, Apartado 47.097, Caracas 1041 A. Teléfonos: (58-02) 7534403-7535684. Fax (58-02) 7533871.

E-mail: icta@reacciun.ve; icta@strix.ciens.ucv.ve

Nuevos libros

Principios de Ingeniería aplicados a alimentos.
Juan de Dios Alvarado. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos OEA. Impreso por Radio Comunicaciones, División de Artes Gráficas. Quito, Ecuador 524 págs.

Este libro del Profesor Juan de Dios Alvarado está constituido por nueve Capítulos y treinta y ocho Temas los cuales están estructurados para que puedan ser utilizados como unidades experimentales independientes. Incluyen: Introducción y Bibliografía, que consideran los aspectos cognoscitivos de la enseñanza. Materiales y Métodos, y Resultados Experimentales, que explican los aspectos de procedimiento. Objetivos y Cuestionario, en los que se intenta llegar a los aspectos formativos, propósito principal de toda labor educativa.

Los capítulos son: Balance de materia y de energía, Principios básicos de fenómenos de transporte, Cinética de reacciones que ocurren en alimentos, Propiedades mecánicas y ópticas, Propiedades reológicas, Propiedades térmicas, Transferencia de calor, Procesos térmicos, Deshidratación.

Estos temas corresponden en gran extensión, a la materia tratada en los cursos de Ingeniería de Procesos de Alimentos que se imparten en los últimos años de la carrera de Ingeniería de Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Su contenido está orientado a servir como guía, o posiblemente como texto, a estudiantes de pregrado de las carreras de Ingeniería y Tecnología de Alimentos. La información contenida, en especial la relacionada con las propiedades físicas de numerosos alimentos, hace que sirva como documento de consulta. Además el tratamiento de determinados temas, como el cálculo de procesos térmicos y la determinación de coeficientes de transferencia de calor, posibilita su uso como documento de apoyo en estudios de postgrado.

Tal como lo expresa el Dr. Izurieta en la presentación de este volumen: "La constancia de una década de trabajo en la investigación y docencia se proyectará en el tiempo a través del presente libro cuya autoría corresponde a un representante de esa nueva generación de investigadores que hace vislumbrar mejores días para el país".

José Félix Chávez P.

In memoriam

Doctor Joaquín Cravioto*

Leopoldo Vega-Franco

Presidente de la Académica Nacional de Medicina, distinguidos miembros de la mesa directiva, familiares y amigos del doctor Joaquín Cravioto, señores académicos.

Dice Octavio Paz que la muerte es intransferible, como la vida; y agrega: si no morimos como vivimos, es porque realmente no fue nuestra la vida que vivimos. Cuán cierta es la esencia de esta reflexión, cuando se aplica a la vida plétórica de inquietudes científicas de mi maestro Joaquín Cravioto, sólo la muerte logró interrumpir su pasión por la investigación y sólo ella pudo truncar su innata devoción por la docencia, su vida fue, de principio a fin, enteramente dedicada a la investigación. Doy testimonio de 40 años de infatigable actividad creativa, en ellos cosechó sus mejores frutos, legó a la ciencia conocimientos originales y contagió su pasión por la investigación a quienes tuvimos la oportunidad de compartir y de materializar parte de sus sueños.

Solía relatar que sus primeras motivaciones por la investigación habían surgido en la cátedra de fisiología del doctor José Joaquín Izquierdo y su inclinación por la nutrición de las lecciones del doctor Leonel Fierro del Río, ambos profesores de la Escuela Médico Militar. Sus brillantes estudios culminaron al obtener el título en 1945 para luego ser asignado al Tercer Batallón de Infantería, con sede en Monterrey. A su regreso a esta capital había decidido continuar por el sendero de la investigación.

En 1947 se graduó en Ciencias Sanitarias. En esa época el doctor Federico Gómez, luchaba por cimentar el prestigio científico del Hospital Infantil de México en los jóvenes que mostraban talento y disposición para la investigación. Era difícil de desdeñar tal oportunidad, por lo que en 1948, el doctor Cravioto se incorporó a esta Institución, convencido de haber seleccionado el camino que lo conduciría a la meta que anhelaba.

Entre 1950 y 1955, estudió pediatría en Chicago, radioquímica e isótopos radioactivos en Nueva York y bioquímica en Gotemburgo, Suecia. Al reincorporarse al

Hospital había logrado una amplia visión de los problemas de salud; como epidemiólogo, contemplaba el crecimiento y el desarrollo de los niños como fenómenos en los que la alimentación adecuada y la salud son condiciones indispensables. Lo conocí en 1956 todavía le recuerdo sentado frente a su escritorio; a un lado, suspendidos en la pared, una fotografía del doctor Poncher, su tutor en Pediatría en Chicago, y en un pequeño cuadro un fragmento del poema de Walt Whitman "*Canto a mí mismo*", que dice: *Esos son los pensamientos de los hombres [...] no son míos solamente, si no son tuyos también, no son nada o casi nada; si no son al mismo tiempo enigma y llave que abre todos los misterios no son nada.* Caminando a su lado descubrí tiempo después, que tenía por costumbre coleccionar aforismos en los que proyectaba sus sentimientos y creencias más íntimas; lo supe, al convivir largas jornadas de amistosa conversación sobre temas, que enriquecía con sus vivencias lo que permitía adivinar su pensamiento. Desafortunadamente la brevedad de esta semblanza no permite hablar del hombre, sino de sus obras.

Reitero que su vida fue congruente de principio a fin. En su adolescencia y juventud su dedicación por el estudio le fue regularmente recompensada con premios y distinciones. Ya como médico, sus contribuciones científicas fueron reconocidas con preseas y reconocimientos que le otorgaron universidades, academias, sociedades médicas, agrupaciones científicas, organismos oficiales y el Gobierno de la República. Destacan entre estas distinciones: los doctorados *Honoris causa* de la Universidad de Gotemburgo, en Suecia, y de la Universidad de Tufts, en Massachusetts; el Premio Nacional de Ciencias, conferido por la Academia de Investigaciones Científicas de México; los premios nacionales, uno en Ciencias y el otro en Administración, otorgados por la Presidencia de la República; el premio "Reina Sofía de España"; el premio "Rank" de Nutrición, de la Gran Bretaña; el premio "Dr. Francisco Javier Balmis", de la Academia Nacional de Medicina y los premios "Dr. Gerardo Varela y Dr. Eduardo Liceaga", de la Secretaría de Salud. Recibió también la medalla "Purkinje", de la Academia de Ciencias de Checoslovaquia; la medalla de oro, de la Sociedad de Pediatría de Japón; la medalla "Gopalan", de la Sociedad de Nutrición de la India, y la medalla "Federico Gómez", de la Asociación de Médicos del Hospital Infantil de México, y la Condecoración por Servicios Distinguidos, del Ejército y la Fuerza Aérea Mexicana. Era miembro de honor de la Academia Nacional de Medicina, e Investigador Nacional Emérito, del Sistema Nacional de Investigadores.

* Leído en la sesión del día 20 de mayo de 1998.
Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Leopoldo Vega Franco. Magdalena Núm. 408. Col. Del Valle, 03100 México, D.F.

No es posible hablar de todas las contribuciones por las que se hizo merecedor de tantas distinciones, solo dedicaré los últimos segundos de esta semblanza para referirme a lo mejor de sus esfuerzos: probar el efecto de la desnutrición sobre el desarrollo mental. Sus primeros trabajos le permitieron aclarar que la involución bioquímica y somática del niño desnutrido se asocia a un retraso en el desarrollo mental. Para identificar los factores que primariamente afecta los mecanismos del desarrollo cognoscitivo, realizó investigaciones con un diseño filogenético basado en mediciones longitudinales, tanto del desarrollo neurointegrativo como del crecimiento somático de los niños. Complementó su estudio con un modelo ecológico mediante el cual obtuvo también longitudinalmente, las variables del entorno familiar y la manera en que los niños son estimulados; la información acerca de la alimentación que recibieron, la evaluación periódica de su estado nutricional y el registro de sus enfermedades, fue vista con particular interés.

Los resultados de las mediciones del desarrollo neurointegrativo, en especial las que conciernen al desarrollo intersensorial, mostraron ser moduladas por el efecto de los factores del ambiente familiar; la estimulación del niño y la interacción sujetos-niño-ambiente, el estado socioeconómico de la familia, la edad y la condición nutricional de los niños, fueron las variables que encontró asociadas a las respuestas intersensoriales. El estudio mostró también, que cuando se modifica el potencial del crecimiento corporal por efecto del ambiente existen divergencias en el desarrollo intersensorial de los niños. Una de las publicaciones de este estudio fue ampliamente citada en el mundo científico por lo que la publicación periódica *Current Content* la clasificó en 1979 como *Citación clásica (Citation classic)*.

Para concluir, cabe parafrasear en tiempo pasado, como epitafio que resume las convicciones que tuvo en vida, uno de sus aforismos predilectos, *En vida creyó: en las manos que trabajan, los cerebros que piensan y en los corazones que aman.*

Información para los autores

Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas ¹

Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas ²

En enero de 1978, un pequeño grupo de directores de revistas médicas generales se reunieron en Vancouver, Canadá, para fijar pautas con respecto a la presentación de los manuscritos enviados a ellas. El grupo, que se ha ampliado y actualmente es conocido como el Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (o también como el Grupo de Vancouver), se ha venido reuniendo cada año desde entonces y sus inquietudes se han hecho más generales. El comité ha elaborado cuatro ediciones de los *Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas*; la presente edición, que es la cuarta, fue ligeramente enmendada en enero de 1993³.

RESUMEN DE LOS REQUISITOS

El manuscrito se mecanografiará a doble espacio, incluidos la página del título (página inicial, portada), el resumen, el texto, los agradecimientos, las referencias, los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones.

Cada componente del manuscrito empezará en página aparte,

siguiendo esta secuencia: página del título; resumen y palabras clave; texto; agradecimientos; referencias; cuadros (cada uno, junto con el título y las notas al pie, en página aparte); y pies o epígrafes de las ilustraciones.

Las ilustraciones se presentarán en forma de impresiones fotográficas de buena calidad, en papel satinado, sin montar y generalmente de 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm.

Las copias del manuscrito y de las ilustraciones en el número requerido (véanse las instrucciones de la revista) se remitirán en un sobre de papel resistente. El manuscrito irá acompañado de una carta explicatoria, según se describe más adelante en "Presentación del manuscrito a la revista", y de los permisos necesarios para reproducir material ya publicado o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a alguna persona.

Síganse las instrucciones de la revista con respecto a la cesión de los derechos de autor. Los autores conservarán copia de todo lo enviado.

PUBLICACION PREVIA Y DUPLICADA

La mayoría de los directores de revista no desean considerar para publicación un manuscrito acerca de un trabajo que ya se ha dado a conocer en un artículo publicado o que se ha descrito en un artículo propuesto o aceptado para publicación en otra parte, ya sea un medio impreso o electrónico. Por lo general, esta norma no impide considerar un artículo rechazado por otra revista o una comunicación completa que sigue a la publicación, por lo común bajo la forma de un resumen, de un informe preliminar. Tampoco impide considerar un artículo presentado en una reunión científica si éste no aparece íntegramente en las actas de la reunión o una publicación semejante. Las informaciones periódicas acerca de la reunión no se considerarán en general como infracciones de esta regla, pero no habrán de ampliarse mediante datos suplementarios o copias de los cuadros o las ilustraciones. Cuando se propone un artículo para publicación, el autor está obligado a informar plenamente al director de la revista acerca de cualquier presentación del documento a otras revistas o cualquier informe anterior que pudiera considerarse publicación previa o duplicada de un mismo trabajo o de uno muy semejante. Junto con el manuscrito se incluirán copias de los documentos pertinentes para ayudar al director a decidir la manera de hacer frente a este asunto.

Rara vez se justifica la publicación múltiple, que se define como el acto de publicar más de una vez los mismos resultados

¹ Versión española basada en: *International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals.* JAMA 1993;269:2282-6.

Este documento no está protegido por derechos de autor. Puede copiarse o reimprimirse sin autorización, siempre y cuando se haga sin fines de lucro.

Las consultas y observaciones deben dirigirse a Kethleen Case, Secretariat Office, Annals of Internal Medicine, Independence Mall West, Sixth Street at Race, Philadelphia, PA 19106-1572.

Traducción: Dr. Gustavo A. Silva, traductor y redactor médico, miembro de la American Medical Writers Association, el Council of Biology Editors y la European Association of Science Editors. Dirección postal: 5313 King Charles Way, Bethesda, MD 20814, Estados Unidos de América.

² Actualmente se hallan representadas en el comité las siguientes revistas y publicaciones: *Annals of Internal Medicine, British Medical Journal, Canadian Medical Association Journal, The Journal of the American Medical Association, The Lancet, The Medical Journal of Australia, The New England Journal of Medicine, New Zealand Medical Journal, Tidsskrift for den Lægeforening, The Western Journal of Medicine e Index Medicus.*

³ Artículo original publicado en el *Bol of Sanit Panam* 116(2):146-59, 1994.

de un estudio, aunque la redacción se cambie. Una posible justificación es la publicación secundaria en otro idioma, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1. Se informará cabalmente a los directores de las dos revistas involucradas; el director de la publicación secundaria tendrá en su poder una fotocopia, reimpresso o manuscrito de la versión primaria.
2. Se respetará la precedencia de la publicación primaria dejando transcurrir un intervalo de por lo menos dos semanas antes de sacar a la luz la versión secundaria.
3. El artículo secundario estará dirigido a un grupo diferente de lectores y no será simplemente una traducción del primario; incluso, a menudo basta con una versión resumida.
4. La versión secundaria reflejará fielmente los datos y las interpretaciones de la primaria.
5. Mediante una nota colocada al pie de la primera página de la versión secundaria, se informará a los lectores, los colegas de los autores y los organismos de documentación que el artículo se ha editado y se destina a un público nacional en paralelo con la versión primaria, basada en los mismos datos e interpretaciones. Este podría ser un texto apropiado para dicha nota: "El presente artículo está basado en un estudio que se dio a conocer primero en (título de la revista y referencia completa)".

Los directores no aceptarán la publicación múltiple que discrepe de la definición anterior. Si los autores transgreden esta regla, tendrán que atenerse a las medidas editoriales del caso.

La divulgación preliminar, generalmente por conducto de los medios de comunicación de masas, de la información científica contenida en un artículo ya aceptado pero aún sin publicar representa una infracción de las normas de muchas revistas. En contadas ocasiones, y sólo mediante previo acuerdo con el director, puede aceptarse la diseminación preliminar de datos; por ejemplo, cuando se trata de precaver a la gente contra ciertos riesgos para la salud pública.

PREPARACION DEL MANUSCRITO

Mecanografíese o imprímase el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 279 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25 mm. Escribese solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito o impreso de computadora, incluidos 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. Cada uno de los siguientes componentes comenzará en hoja aparte: página del título, resumen y palabras clave, texto, agradecimientos, referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por la del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número correspondiente.

PAGINA DEL TITULO

La primera página contendrá: a) el título del artículo, que será conciso pero informativo; b) nombre y apellido(s) de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su

afiliación institucional; c) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; d) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; e) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; f) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; g) origen del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo o medicamentos; y h) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente rotulado, en la última línea de la página inicial.

AUTORIA

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido.

Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a: a) la concepción y el diseño del estudio, o el análisis y la interpretación de los datos; b) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión que será publicada. Los requisitos a, b y c tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica que se le conceda a nadie 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.

En un artículo de autor corporativo (colectivo) se especificará quiénes son las personas principales que responden del documento; a los demás individuos que colaboraron en el trabajo se les concederá un reconocimiento por separado (véase "Agradecimientos").

Los directores de revista podrán solicitar a los autores que justifiquen la asignación de la autoría.

Cada vez con más frecuencia, los ensayos multicéntricos se atribuyen a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean nombrados como autores, bien sea en la línea a continuación del título o en una nota a pie de página, deben satisfacer plenamente los criterios de autoría definidos en los *Requisitos uniformes*. Los miembros del grupo que no los satisfagan deben ser mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La segunda página incluirá un resumen (que no excederá las 150 palabras de extensión si es un resumen ordinario o las 250 si es uno estructurado). En él se indicarán los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (la selección de los sujetos de estudio o los animales de laboratorio, los métodos de observación y analíticos); los resultados más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posible, su significación estadística); y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos o 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. Utilícese para este propósito los términos de la lista *Medical Subject Headings* (MeSH) [Encabezamientos de materia médica] del *Index Medicus*; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en los MeSH, podrán usarse las expresiones corrientes.

TEXTO

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 divisiones a fin de hacer más claro el contenido, sobre todo en las secciones de resultados y discusión. 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.

Introducción

Expresa el propósito del artículo. Resume el fundamento lógico del estudio u observación. Mencione las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema. No incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Métodos

Describe claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique los métodos, aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véanse más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o 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.

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, enmendada en 1983. No use el nombre, las iniciales ni el número de clave hospitalaria de los pacientes, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

Estadística

Describe los métodos estadísticos con detalle suficiente para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos

originales pueda verificar los resultados informados. 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 diseño del estudio y métodos estadísticos serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), más bien que 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 los 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”, “correlación” 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 los datos de los cuadros o 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 resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los resultados y sus limitaciones, incluidas sus consecuencias para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes. Establezca el nexo de las conclusiones con los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

AGRADECIMIENTOS

En un lugar adecuado del artículo (como nota al pie de la primera página o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista) una o varias declaraciones especificarán a) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la

autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; b) la ayuda técnica recibida; c) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; d) las relaciones financieras que puedan suscitar un conflicto de intereses.

Las personas que colaboraron intelectualmente pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, "asesor científico", "revisión crítica de la propuesta para el estudio", "recolección de los datos", "participación en el ensayo clínico". Estas personas deberán conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizan 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 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.

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Tampoco cite como referencias las "observaciones inéditas" y las "comunicaciones personales". En cambio, puede usted insertar en el texto (entre paréntesis) las referencias a comunicaciones escritas, no verbales. Asimismo, incluya en las referencias los artículos aceptados aunque todavía no estén publicados; en este caso, indique el título de la revista y agregue "En prensa". La información sobre manuscritos presentados a una revista pero que aún no han sido aceptados cítela en el texto como "observaciones inéditas" (entre paréntesis).

Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

Se presentan a continuación una serie de ejemplos de formas correctas de referencias.

Artículos de revistas científicas

1. **Artículo ordinario (Inclúyase el nombre de todos los autores cuando sean seis o menos; si son siete o más, anótese sólo el nombre de los seis primeros y agréguese "et al."):**

4 Evidentemente, por "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencias bibliográficas se han trasladado directamente del original, sin adaptarlas. (N. del T.).

You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electro-gastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980 Aug;79(2):311-4.

Como opción, si una revista utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen, podrán omitirse el mes y el número:

You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electro-gastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980;79:311-4.

Goate AM, Haynes AR, Owen MJ, Farrall M, James LA, Lai LY, et al. Predisposing locus for Alzheimer's disease on chromosome 21. *Lancet* 1989;1:352-5.

2. **Autor corporativo:**

The Royal Marsden Hospital Bone-marrow Trans-plantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post-hepatitis marrow aplasia. *Lancet* 1977;2:742-4.

3. **No se indica el nombre del autor:**

Coffee drinking and cancer of the pancreas [editorial]. *BMJ* 1981;283:628.

4. **Artículo en idioma extranjero⁴:**

Massone L, Borghi S, Pestarino A, Piccini R, Gambini C. Localisations palmaires purpuriques de la dermatite herpétiforme. *Ann Dermatol Venerol* 1987;114:1545-7.

5. **Suplemento de un volumen:**

Magni F, Rossoni G, Berti F. BN-52021 protects guinea-pig from heart anaphylaxis. *Pharmacol Res Commun* 1988;20 Suppl 5:75-8.

6. **Suplemento de un número:**

Gardos G, Cole JO, Haskell D, Marby D, Paine SS, Moore P. The natural history of tardive dyskinesia. *J Clin Psychopharmacol* 1988;8(4 Suppl):31S-37S.

7. **Parte de un volumen:**

Hanly C. Metaphysics and innateness: a psycho-analytic perspective. *Int J Psychoanal* 1988;69(Pt 3):389-99.

8. **Parte de un número:**

Edwards L, Meyskens F, Levine N. Effect of oral isotretinoin on dysplastic nevi. *J Am Acad Dermatol* 1989;20(2 Pt 1):257-60.

9. **Número sin volumen:**

Baumeister AA. Origins and control of stereotyped movements. *Monogr Am Assoc Ment Defic* 1978;(3):353-84.

10. **Sin número ni volumen:**

Danoek K. Skiing in and through the history of medicine. *Nord Medicinhist Arsb* 1982:86-100.

11. **Paginación en números romanos:**

Ronne Y. Ansvarsfall. Blodtransfusion till fel patient. *Vardfacket* 1989;13:XVI-XXVII.

12. **Indicación del tipo de artículo, según corresponda:**

Spargo PM, Manners JM. DDAVP and open heart surgery [letter]. *Anaesthesia* 1989;44:363-4.

Fuhrman SA, Joiner KA. Binding of the third component of complement C3 by *Toxoplasma gondii* [abstract]. *Clin Res* 1987;35:475A.

13. **Artículo que contiene una retractación:**

Shishido A. Retraction notice: Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retraction of Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. In: *Jpn J Med Sci Biol* 1979;32:53-65]. *Jpn J Med Sci Biol* 1980;33:235-7.

14. **Artículo retirado por retractación:**

Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retracted by Shishido A. In: *Jpn J Med Sci Biol* 1980;33:235-7]. *Jpn J Med Sci Biol* 1979;32:53-65.

15. **Artículo que contiene un comentario sobre otro trabajo:**

Piccoli A, Bossatti A. Early steroid therapy in IgA neuropathy: still an open question [comment]. *Nephron* 1989;51:289-91. Comment on: *Nephron* 1988;48:12-7.

16. **Artículo que ha sido comentado en otro trabajo:**

Kobayashi Y, Fujii K, Hiki Y, Tateno S, Kurokawa A, Kamiyama M. Steroid therapy in IgA nephropathy: a retrospective study in heavy proteinuric cases [see comments]. *Nephron* 1988;48:12-7. Comment in: *Nephron* 1989;51:289-91.

17. **Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas:**

Schofield A. The CAGE questionnaire and psycho-logical health [published erratum appears in *Br J Addict* 1989;84:701]. *Br J Addict* 1988;83:761-4.

Libros y otras monografías

18. **Individuos como autores:**

Colson JH, Armour WJ. Sports injuries and their treatment. 2nd rev ed. London: S Paul, 1986.

19. **Directores o compiladores como autores:**

Diener HC, Wilkinson M, editors. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlar, 1988.

20. **Organización como autor y editor:**

Virginia Law Foundation. The medical and legal implications of AIDS. Charlottesville: The Foundation, 1987.

21. **Capítulo de libro:**

Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders, 1974:457-72.

22. **Actas de conferencias:**

Vivian VL, editor. Child abuse and neglect: a medical community response. Proceedings of the First AMA National Conference on Child Abuse and Neglect; 1984 Mar 30-31; Chicago. Chicago: American Medical Association, 1985.

23. **Artículo presentado a una conferencia:**

Harley NH. Comparing radon daughter dosimetric and risk models. In: Gammage RB, Kaye SV, editors. Indoor air and human health. Proceeding of the Seventh Life Sciences Symposium; 1984 Oct 29-31; Knoxville (TN). Chelsea (MI): Lewis, 1985:69-78.

24. **Informe científico o técnico:**

Akutsu T. Total heart replacement device. Bethesda (MD): National Institutes of Health, National Heart and Lung Institute;

1974 Apr. Report No.: NIH-NHLI-69-2185-4.

25. **Tesis doctoral:**

Youssef NM. School adjustment of children with congenital heart disease [dissertation]. Pittsburgh (PA): Univ of Pittsburgh, 1988.

26. **Patente:**

Harred JF, Knight AR, McIntyre JS, inventors. Dow Chemical Company, assignee. Epoxidation process. US patent 3,654,317. 1972 Apr 4.

Otros trabajos publicados

27. **Artículo de periódico:**

Rensberger B, Specter B. CFCs may be destroyed by natural process. *The Washington Post* 1989 Aug 7;Sect A:2(col 5).

28. **Material audiovisual:**

AIDS epidemic the physician's role [videorecording]. Cleveland (OH): Academy of Medicine of Cleveland, 1987.

29. **Archivo de computadora:**

Renal system [computer program]. MS-DOS version. Edwardsville (KS): Medi-Sim, 1988.

30. **Documentos legales:**

Toxic Substances Control Act: Hearing on S776 Before the Subcomm. on the Environment of the Senate Comm. on Commerce, 94th Congr., 1st Sess. 343 (1975).

31. **Mapas:**

Scotland [topographic map]. Washington: National Geographic Society (US), 1981.

32. **Libro de la Biblia:**

Ruth 3:1-18. The Holy Bible. Authorised King James version. New York: Oxford Univ Press, 1972.

33. **Diccionarios y obras de consulta semejantes:**

Ectasia. Dorland's illustrated medical dictionary. 27th ed. Philadelphia: Saunders, 1988:527.

34. **Obras clásicas:**

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. Londond: Rex, 1973.

Trabajos inéditos

35. **En prensa:**

Lillywhite HB, Donald JA. Pulmonary blood flow regulation in an aquatic snake. *Science*. In press.

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 sea 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 ser publicados, queden depositados en un servicio de archivo, como el National Auxiliary Publications Service (NASP) [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. Sea como fuere, dichos cuadros se presentarán junto con el artículo.

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 $127 \infty 173$ mm, sin exceder de $203 \infty 254$ 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 publicarlas. 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 se rompen y quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre el cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en éstas contrastarán claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, éstas 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.

En el caso de las ilustraciones en color, averigüe si la revista necesita negativos, transparencias o impresiones fotográficas. La inclusión de un diagrama en el que se indique la parte de la fotografía que debe reproducirse puede resultar útil a la redacción. Algunas revistas publican ilustraciones en color únicamente si el autor paga el costo extra.

Pies o epígrafe 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) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Utilice únicamente abreviaturas ordinarias. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura, ésta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

PRESENTACION 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 durante la manipulación postal. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de presentación que proporcione: a) información acerca de la publicación previa o duplicada, la presentación del manuscrito a otra revista o la publicación de cualquier parte del trabajo, según lo expresado en líneas arriba; b) una manifestación de las relaciones financieras o de otro tipo que pudieran desembocar en un conflicto de intereses; c) una declaración de que el manuscrito ha sido leído y aprobado por todos los autores, que se ha cumplido con los requisitos de la autoría expuestos anteriormente en el presente documento y, más aún, que cada uno de los autores cree que el manuscrito representa un trabajo honrado; y d) el nombre, la dirección y el número telefónico del autor corresponsal, quien se encargará de comunicarse con los demás autores en lo concerniente a las revisiones y a la aprobación final de las pruebas de imprenta. La carta incluirá cualquier información suplementaria que pueda resultar útil para el director, tal como el tipo de artículo que el manuscrito representa para esa revista en particular y si el autor (o los autores) estaría(n) dispuesto(s) a sufragar el costo de reproducir las ilustraciones en color.

El manuscrito se acompañará de copias de los permisos concedidos para reproducir material ya publicado, para usar ilustraciones o revelar información personal delicada sobre individuos que puedan ser identificados, o para nombrar a ciertas personas por su colaboración.

MANUSCRITOS EN DISQUETE

Tratándose de artículos que están cercanos a la aceptación final, algunas revistas piden que los autores proporcionen los manuscritos en forma electrónica (en disquetes) y pueden aceptar una variedad de formatos de procesamiento de textos o archivos (también llamados "ficheros") de texto (ASCII).

Al presentar disquetes, los autores deben:

1. Cerciorarse de incluir un impreso de la versión del manuscrito en disquete.
2. Incluir en el disquete solamente la versión más reciente del manuscrito.
3. Poner muy claramente el nombre del archivo.
4. Rotular el disquete con el formato y el nombre del archivo.
5. Facilitar información sobre el software y el hardware empleados.

En las instrucciones de la revista dirigidas a los autores, éstos deben consultar cuáles son los formatos que se aceptan, las convenciones para denominar los archivos y disquetes, el número de copias que han de enviarse, y otros detalles del caso.

Revistas participantes

Las revistas que han notificado al Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas su disposición a que se les envíen manuscritos preparados de conformidad con las versiones anteriores de los Requisitos uniformes del Comité mencionan este hecho en sus instrucciones a los autores. La lista completa de ellas puede solicitarse a la Oficina de la Secretaría en *Annals of Internal Medicine*.

LA DEFICIENCIA DE HIERRO EN LOS NIÑOS PUEDE LIMITAR SU ÓPTIMO DESARROLLO MENTAL Y FÍSICO

Existe una estrecha relación entre la anemia por deficiencia de hierro y las alteraciones en el desarrollo mental y motor en los niños e infantes. Además se ha encontrado que los niños preescolares con anemia por deficiencia de hierro tienen dificultad en aprender a discriminar entre estímulos visuales o para mantener atención selectiva. En los niños mayores de 6 años y en adolescentes esta condición está asociada a un pobre rendimiento escolar y problemas de atención y memoria reciente.

Es importante seleccionar alimentos que sean buenas fuentes de hierro, como el hígado, las carnes rojas, las aves,

el pescado, y alimentos fortificados como los cereales Kellogg's. Un adecuado consumo y aprovechamiento de hierro, como parte de una alimentación balanceada, es esencial para mantener una buena salud y calidad de vida. En el caso de nuestros niños es vital para contribuir a alcanzar su nivel óptimo de crecimiento físico y desarrollo mental, y así ayudarles a asegurar un futuro exitoso y próspero.



**En Venezuela y hacia y desde todo el mundo,
en IPOSTEL le ofrecemos**

**SERVICIOS TRADICIONALES de Cartas, Impresos y
Encomiendas.**



... y además contamos con novedosos

SERVICIOS EXPRESOS



A nivel nacional ofrecemos: EEE (Entrega Especial Expresa) es un servicio que le permite enviar documentos y encomiendas a todo el Territorio del país de una forma expresa, económica y segura.



EMS, (Express Mail Service), es un servicio tipo courier que le permite enviar documentos y mercaderías a nivel internacional, respondiendo a su necesidad de entrega en tiempo breve y a los precios más económicos del mercado.

SERVICIOS ELECTRONICOS

CORREO ELECTRONICO Y KIOSCO INTERNET

Ipostel habilitó para aquellos usuarios que les gusta navegar en el mundo de la red, kioscos de internet, ubicados en Altamira, C.C.C.T y los Ruices, los cuales disponen de computadoras de fácil acceso a todas aquellas personas interesadas en explorar dentro del campo de la comunicación.



AUTOMATIZACION DE TAQUILLA

La automatización de taquillas cuenta con modernos accesorios como balanza electrónica e impresora de recibos; esta permite mejorar la atención en las taquillas postales y simultáneamente establecer un control eléctrico de los ingresos por venta de servicios.



SEGURIDAD Y RASTREO POR CODIGO DE BARRA

El Código de barra permite registrar los datos más importantes de los envíos EMS entrantes y salientes, este sistema actualmente es utilizado a nivel internacional, para envíos EMS.



Un Mundo de Servicios para Usted...

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada hace más de 25 años 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 cinco años.

La solicitud puede dirigirse a la Presidencia de la Sociedad, en Buenos Aires, a los Vocales representantes de Areas o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Alejandro O'Donnell (Presidente), Adolfo Chávez V. (Presidente Electo), Esteban Carmuega (Secretario), Raúl Uicich (Tesorero), Armando Rodríguez Suárez y demás Vocales a confirmar por el Capítulo.

Los Socios deben pagar una cuota anual de U.S. \$ 30,00 que incluye la suscripción de la revista.

El órgano oficial de la SLAN es la prestigiosa revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), la cual vuelve a ser editada en Caracas, Venezuela, desde 1992. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. José Félix Chávez Pérez o al Editor Asociado, Dra. Maritza L. de Jiménez.

La correspondencia destinada a la SLAN debe dirigirse al Dr. Alejandro O'Donnell, Secretaria SLAN 1998-2000, CESNI - Bernardo de Irigoyen 240 (1072) Buenos Aires, Argentina y la de ALAN al Apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a su número de Fax: (58-2) 284.85.43.

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su nueva 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: _____

Lugar de trabajo: _____

Dirección del trabajo: _____

Código Postal: _____ Ciudad: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Télex: _____

Dirección Postal: _____

Código Postal: _____ Ciudad: _____ País: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Télex: _____

Fecha de la 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 \$30 con la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición y de \$10 sin la revista.
Los cheques deben ser emitidos en US \$ a nombre de: SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION.

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) 62.24.85 - 62.87.30

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Presidente | Dr. Alejandro O'Donnell |
| Presidente Electo | Dr. Adolfo Chávez V. |
| Secretario | Dr. Esteban Carmuega |
| Tesorero | Dr. Raúl Uicich |
| Vocal | Dr. Armando Rodríguez Suárez |
| Vocal | A confirmar por el Capítulo |
| Vocal | " |
| Vocal | " |
| Vocal | " |
| Vocal | " |
| Vocal | " |
| Presidente Saliente | Dr. Hernán L. Delgado |

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

| | |
|-----------------|----------------------------|
| Editor General | Dr. José Félix Chávez |
| Editor Asociado | Dra. Maritza L. de Jiménez |

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1998-2000

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Dr. Guillermo Arroyave | Dr. Reynaldo Martorell |
| Dr. Juan de Dios Alvarado | Dr. Manolo Mazariegos |
| Dr. Héctor Araya | Dr. Luis A. Mejía |
| Dr. José Alfredo G. Areas | Dr. Rafael Monge R. |
| Dr. Jaime Ariza M. | Dra. Josefina Morales |
| Dr. Daniel Barrera Arellano | Dr. Santiago Muzzo |
| Dr. José María Bengoa | Dr. J.E. Dutra de Oliveira |
| Lic. Adriana Blanco M. | Dra. Rosa María Ortega A. |
| Dr. Héctor Bourges R. | Dra. Nelly Pak |
| Dr. Ricardo Bressani | Dr. Ernesto Pollitt |
| Dr. Jesús Bulux | Dra. Myriam Puig A. |
| Dr. Benjamín Caballero | Dra. María Ester Río |
| Dr. Germán Camejo | Dra. Lilia Masson Salaué |
| Dra. Sara J. Closa | Dra. María Elena Sambucetti |
| Dr. Adolfo Chávez V. | Dr. Nilson E. de Sousa |
| Dr. Omar Dary | Dra. Nora Slobodianik |
| Dr. Luiz G. Elías | Dr. Noel W. Solomons |
| Dra. Patricia R. de Ferrer | Dr. Luiz C. Trugo |
| Dra. Marisa Guerra M. | Dr. Ricardo Uauy D. |
| Dr. Werner G. Jaffé | Dr. Helio Vannucchi |
| Dra. Gladys Henríquez P. | Dra. Mirtha E. Valencia |
| Dra. Elena Hurtado | Dr. Mauro Valencia J. |
| Dra. Susana J. Icaza | Dra. Yolanda H. de Valera |
| Dra. Maritza L. de Jiménez | Dr. Tomás Walter |
| Dr. Miguel Layrisse | Dra. Carolyn Jane Wyatt |
| Dr. Irvin E. Liener | Dra. Dorothy Wilson |
| Dra. María L. P. Martín de Portela | Dr. Enrique Yáñez S. |
| Dr. Julio Sergio Marchini | |

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Contenido

| | Páginas |
|--|---------|
| ARTICULOS GENERALES | |
| Absorción del hierro de los alimentos. Papel de la vitamina A María Nieves García-Casal, Miguel Layrisse..... | 191 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| Nutrición Humana | |
| Estimación de talla y peso en niños de 9 a 14 años a partir de la altura de la rodilla y de la circunferencia media del brazo Mercedes Marquez Acosta, Rafael D. Yépez Rivas, Carmen E. Rivas de Yépez, Rosalía S. de Naranjo, Guillermo Ramos, Manuel Rincón Silva, Naika Díaz, Milagros Pontiles | 197 |
| Evaluación antropométrica y rendimiento escolar en estudiantes de educación media de Valparaíso, Chile Triana Andrea Toro Diaz, Atilio Aldo Almagia Flores, Daniza María Ivanovic Marincovich..... | 201 |
| Diferencias en la composición porcentual de los poliinsaturados de cadena larga en eritrocitos materno-fetales en nacimientos de término o pretérmino en humanos Julia Araya Araya, Myrna Rojas García, Pilar Fernández Fraile, Argentina Mateluna Acevedo..... | 210 |
| Bioquímica Nutricional | |
| Participación del hígado en el suministro de ácidos grasos esenciales poliinsaturados de cadena larga durante el desarrollo postnatal del cerebro de rata Venezuela Azavache, Carmen Cuevas, Virgilio Bosch..... | 216 |
| Nutrición y Cáncer | |
| El consumo de alimentos preparados con maíz, trigo y arroz, y su relación con la incidencia de cáncer gástrico en México Ramón Alberto Rascón Pacheco, Lizbeth López Carrillo..... | 221 |
| Evaluation of the composition of the regional diet in Sonora, México: Incidence of colon cancer C. Jane Wyatt | 225 |
| Educación Nutricional | |
| Aleitamento materno em favelas: um programa de incentivo a través de visitas domiciliarias Maria Helena do Nascimento Souza, Ana Lydia Sowaya, Ricardo Sesso, Dirce Maria Sigulem..... | 231 |
| Windiet. Sistema de apoio à decisão para avaliação do estado nutricional e prescrição de dietas Elizabete Adriana Esteves, Alexandre Dias Siqueira, Josefina Bressan Resende Monteiro, Artêmio Ludwig..... | 236 |
| Ciencia de Alimentos | |
| Quality control of beer hopped with reduced isomerised products Jorge Kátia, Luiz C. Trugo..... | 242 |
| Cocrystalización de concentrado de pepino (<i>Cucumis sativa L.</i>) Alma Vázquez, César I. Beristain | 247 |
| Características nutricionales de una galleta formulada con plasma sanguíneo de bovino como principal fuente proteica Enrique Márquez Salas, Betty Benitez Payares, Negda Méndez Gil, Lisbeth Rangel Matos, Ida Medrano, Inés Venencia, Pedro Izquierdo, Romer Romero, Haydeé V. Castejón | 250 |
| LatinFoods | |
| Vitamin C in Barbados cherry <i>Malpighia glabra L.</i> pulp submitted to processing and to different forms of storage Jesuí Vergílio Visentainer, Otávio Attie Vieira, Makoto Matsushita, Nilson Evelázio de Souza | 256 |
| Contenido de algunos nutrientes, minerales y variaciones estacionales en <i>Porphyrha columbina</i>, alga comestible de la Costa Patagónica argentina María Angélica Fajardo, Fabiana Alvarez, Oscar Héctor Pucci, María Luz Pita Martín de Portela | 260 |
| Vitaminas y minerales del atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>) del Pacífico mexicano enlatado en aceite María Isabel Castro-González, Fernando Pérez-Gil Romo, Ma. Elena Carranco Jáuregui, Ma. Eugenia Juárez Silva | 265 |
| NOTAS | 269 |
| NUEVOS LIBROS | 270 |
| IN MEMORIAM | 271 |
| INFORMACION PARA LOS AUTORES | 273 |