

ALAN

Volumen 46. N° 2. Junio 1.996

ARCHIVOS

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

LATINOAMERICANOS

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

DE NUTRICION



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*).

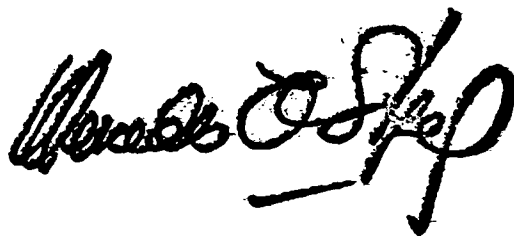
Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are 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**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **Alimentos HEINZ, C.A.**



Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 46

JUNIO 1996

Nº 2

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

Regulación de la expresión génica por nutrimentos.
Nimbe Torres, Héctor Bourges y Armando R. Tovar..... 89

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Estado nutricional de escolares rurales de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989.
María Cristina Durán Santana, Rodolfo Ivanovic Marincovich, Julia Hazbun Game y Daniza Ivanovic Marincovich..... 97

Crecimiento en talla del lactante chileno de bajo estrato socioeconómico: 1978-1992.
Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Eva Hertrampf y Tomás Walter..... 107

O leite em pó fortificado com ferro e vitamina C como medida de intervenção no combate à anemia carencial ferropriva em crianças atendidas em Unidade Básica de Saúde.
Marco Antonio Almeida Torres, Kazue Sato, Yara Juliano, Suzana de Souza Queiroz..... 113

Suplementación de hierro en lactantes mapuches de la Provincia de Cautin, Chile.
Edith Franco Y., Eva Hertrampf D., Julia Hazbún G., Sylvia Segú S., Juan Carlos Illanes S., Liliana Palacios S., Gabriela Figueroa P. y José Orellana C. 118

Nutritional status of institutionalised elderly in Ecuador.
Denis V. Barclay, Laura Heredia, Joaquina Gil-Ramos, Maria-Magdalena Montalvo, Rebeca Lozano, Miguel Mena, Henri Dirren..... 122

Masa ósea en pacientes con enfermedad celiaca.
Laura Leiva, Raquel Burrows, Gloria Ríos, Carmen Bergenfried, Francisco Larrain, John Wenger, Ricardo Lillo, Julio Espinoza, Hugo Pumarino y Santiago Muzzo..... 128

Competencia materna y desnutrición infantil, un instrumento para su evaluación. Susana Noemí Di Iorio y María Adelaida Rodrigo	132
Estudio biocultural de la desnutrición infantil de causa primaria en el ámbito urbano del gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Susana Ortale y María Adelaida Rodrigo	136
Ciencia de Alimentos	
Concentrado proteico de <i>Amaranthus cruentus</i>. Métodos de extracción. Propiedades funcionales. Norma G. de Luquez., Silvia Fernández., y Sara L. de Mucciarelli.	143
Nutritional evaluation of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>) Christine J. Bergman , Daisy G. Gualberto and Charles W. Weber.....	146
Evaluación físico-química del pescado seco-salado en Venezuela. Rafael A. Bello y Arcadio Granados	154
Factores que afectan la culinaria de bistés del músculo <i>Longissimus</i> de bovinos venezolanos. Nancy Jerez-Timaure y Nelson Huerta-Leidenz.....	159
Nutrición Animal	
Efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de <i>Canavalia ensiformis</i> en pollos de engorde. Rubén E. Vargas, Moisés Castillo y Coromoto Michelangeli.....	163
LatinFoods. Composición de Alimentos	
Separación e identificación del β-caroteno y sus isómeros <i>cis</i> por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Fanny Carrillo de Padilla.....	169
NOTAS.....	174
NUEVOS LIBROS.....	175
INFORMACION PARA LOS AUTORES.....	176

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 46

JUNE 1996

Nº 2

Contents

	Pages
GENERAL ARTICLES	
Regulation of gene expression by nutrients. Nimbe Torres, Héctor Bourges y Armando R. Tovar.....	89
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Nutritional status of rural school children from Chile's Metropolitan Region. A comparative study. María Cristina Durán Santana, Rodolfo Ivanovic Marinovich, Julia Hazbun Game y Daniza Ivanovic Marinovich.....	97
Growth in terms of length of Chilean infants of low socioeconomic stratum: 1978-1992. Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Eva Hertrampf y Tomás Walter	107
Use of fortified powdered milk for iron deficient anemia in children seen at a Basic Health Care Unit. Marco Antonio Almeida Torres, Kazue Sato, Yara Juliano, Suzana de Souza Queiroz	113
Iron Supplementation in Chilean Mapuche infants. Edith Franco Y., Eva Hertrampf D., Julia Hazbún G., Sylvia Segú S., Juan Carlos Illanes S., Liliana Palacios S., Gabriela Figueroa P. y José Orellana C.....	118
Nutritional status of institutionalised elderly in Ecuador. Denis V. Barclay, Laura Heredia, Joaquina Gil-Ramos, Maria-Magdalena Montalvo, Rebeca Lozano, Miguel Mena, Henri Dirren	122
Bone mass in celiac patients. Laura Leiva, Raquel Burrows, Gloria Ríos, Carmen Bergenfried, Francisco Larrain, John Wenger, Ricardo Lillo, Julio Espinoza, Hugo Pumarino y Santiago Muzzo.....	128
Maternal competence and infant undernutrition: an instrument for its evaluation. Susana Noemí Di Iorio y María Adelaida Rodrigo.....	132

Infant malnutrition: a biocultural study in urban areas of provincia de Buenos Aires, Argentina. Susana Ortale y María Adelaida Rodrigo.....	136
Food Science	
<i>Amaranthus cruentus</i>, protein concentrate, extraction methods, functional properties. Norma G. de Luquez., Silvia Fernández., y Sara L. de Mucciarelli	
Nutritional evaluation of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>) Christine J. Bergman , Daisy G. Gualberto and Charles W. Weber	146
Physical and chemical evaluation of dried salted fish in Venezuela. Rafael A. Bello y Arcadio Granados	154
Factors affecting cookery traits of <i>Longissimus</i> beef steaks derived from Venezuelan cattle. Nancy Jerez-Timaure y Nelson Huerta-Leidenz	159
Animal Nutrition	
Effects of sugar cane molasses on the nutritive value of seeds of <i>Canavalia ensiformis</i> (jack bean) for broiler chicks. Rubén E. Vargas, Moisés Castillo y Coromoto Michelangeli	163
LatinFoods. Food Composition	
Separation and identification of β-carotene and its <i>cis</i> isomers by HPLC. Fanny Carrillo de Padilla	169
NOTES.....	174
NEW BOOKS.....	175
INFORMATION TO AUTHORS.....	179

Regulación de la expresión génica por nutrientes

Nimbe Torres¹, Héctor Bourges² y Armando R. Tovar³

Dpto. de Fisiología de la Nutrición. Instituto de la Nutrición «Salvador Zubirán» México, D.F.

RESUMEN. Los nutrientes pueden, de manera directa o indirecta, regular la vía de expresión de genes que codifican para proteínas, principalmente enzimas involucradas en las rutas metabólicas relacionadas con la utilización de hidratos de carbono, lípidos y aminoácidos. Estos nutrientes pueden actuar directamente o generar un estado hormonal específico en el organismo que regulen algunos genes. La presente revisión tiene como objetivo mostrar ejemplos específicos de regulación dietaria y hormonal de genes de enzimas involucradas en el metabolismo de hidratos de carbono (fosfoenol piruvato carboxikinasa), lípidos (enzima málica) y aminoácidos (serina deshidratasa).

INTRODUCCION

La forma en que se expresa un gen es el resultado de una continúa interacción entre la información genética y el ambiente (1). Esta interacción es muy variable en un individuo dado ya que, si bien la información genética no cambia, el ambiente si lo hace y en forma pronunciada, particularmente en lo que se refiere a la dieta cuya variabilidad en composición, cantidades y horarios es enorme. Los alimentos ingeridos se digieren y los nutrientes se absorben, se distribuyen en el organismo, se metabolizan en cada célula y sus derivados o los mismos nutrientes se excretan; todos estos procesos (digestión, absorción, transporte, metabolismo y excreción) están controlados a nivel genético en el que a su vez existe variación entre individuos y entre poblaciones con diferente trasfondo evolutivo (2). No obstante, se observa generalmente una misma respuesta metabólica, común para la especie, que hace posible la homeostasis. Es por lo tanto necesario conocer en detalle los mecanismos de interacción directa entre los nutrientes y los genes y de la interacción indirecta que puede ocurrir a través de cambios hormonales originados por la dieta, conocimiento indispensable para el avance de la nutriología y, por supuesto, para diseñar intervenciones frente a problemas metabólicos.

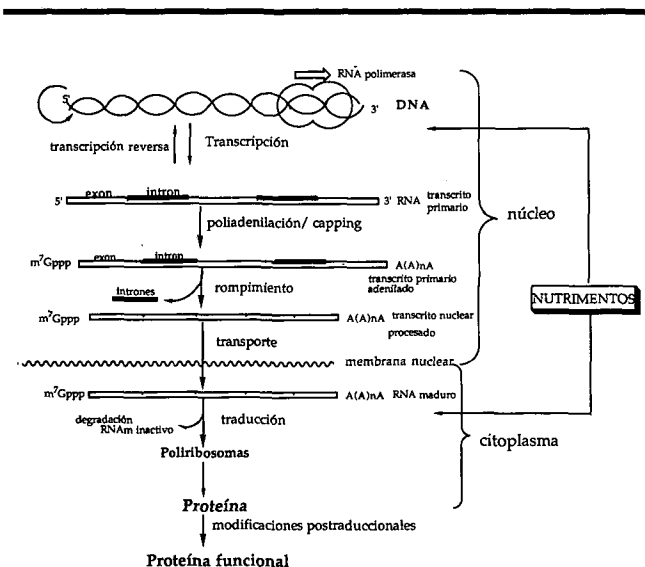
Con los avances recientes de la Biología Molecular se ha desarrollado una nueva área de Nutrición denominada «Nutriología Molecular», cuyos objetivos son: 1) estudiar los sitios específicos en los cuales los nutrientes afectan la vía de expresión génica (Figura 1) de proteínas importantes en la regulación del metabolismo, 2) conocer cuales son los mecanismos de regulación de algunos genes

SUMMARY. Regulation of gene expression by nutrients. Nutrients can regulate, directly or indirectly, the pathway of expression of genes coding for enzymes involved in metabolic pathways related to the utilization of carbohydrates, lipids and amino acids. On the other hand, nutrients such as carbohydrates, lipids or amino acids can generate a specific hormonal state in the organism, and hormones are the mediators throughout which some genes are activated. The objective of the present review is to show some specific examples of dietary and hormonal regulation of enzyme genes involved in the metabolism of carbohydrates (phosphoenol pyruvate carboxykinase), lipids (malic enzyme) and amino acids (serine dehydratase).

por nutrientes y 3) definir las necesidades de nutrientes, así como determinar las consecuencias en la ingestión excesiva o deficiente de un nutriente. Actualmente el conocimiento sobre la regulación de la expresión de genes por nutrientes es una nueva frontera para la siguiente generación de nutriólogos.

FIGURA 1

Secuencia de eventos para la síntesis de una proteína: a) Transcripción del gen por la RNA polimerasa, b) Procesamiento del RNA mediante la adición de metil guanidina (m⁷Gppp) en la posición 5' (capping) y adenilación múltiple en la posición 3', c) Rompimiento del RNAm para eliminar intrones, d) Transporte del RNAm maduro hacia el citoplasma y e) Traducción del RNAm para sintetizar una proteína.



- 1 Investigadora del Dpto. de Fisiología de la Nutrición. Area de Nutriología Molecular
- 2 Sub-Director General de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos
- 3 Investigador del Dpto. de Fisiología de la Nutrición. Area de Nutriología Molecular

Actualmente existen técnicas de Biología Molecular específicas que nos permiten estudiar la respuesta de los genes a cambios en el patrón dietético y el efecto de esta respuesta sobre la regulación del metabolismo. El paso inicial en el estudio del efecto de un nutrimento sobre la vía de expresión génica de una enzima es el conocer si éste produce un cambio en la actividad enzimática el cual este relacionado con un cambio concomitante en la concentración de enzima. Si existe un cambio en la concentración de la enzima es importante el conocer si éste es debido a un cambio en la concentración del ARNm específico, el cual puede cuantificarse por medio de la técnica de Northern-blot (3) en donde se hibridiza el ARN total aislado de un tejido con una hebra de ADN complementario (ADNc) marcada radioactivamente. La detección de especies de ARNm que existen en baja abundancia se puede hacer por medio de TR-PCR (transcriptasa reversa-reacción en cadena de polimerasa) utilizando la enzima transcriptasa reversa para sintetizar la hebra de ADNc a partir de ARN y después el ADN se amplifica con sondas específicas (primers) por medio de PCR (4). Si existe un aumento en la abundancia del ARNm se dice que la regulación dietaria de una enzima ocurre principalmente a nivel pretraduccional.

La regulación de la expresión génica a nivel pretraduccional puede ocurrir a diferentes niveles de la vía de expresión génica: la iniciación, la elongación o terminación de la transcripción, la unión del fosfato de GTP con una guanina metilada a la base terminal de la región 5' del ARNm (capping), la adición de ácido poliadenilico a la región terminal 3' del ARN (poliadenilación) después de la transcripción, el procesamiento del transcrito primario en el núcleo, el editamiento de la secuencia, el transporte del ARNm maduro del núcleo al citoplasma, y la degradación del ARNm maduro en el citoplasma (5). Algunos de estos procesos pueden estar regulados por los nutrimentos, pero aun poco conoce acerca de sus mecanismos moleculares.

La concentración de un ARNm en la célula va a ser el producto de la síntesis y la degradación de este, por lo que es necesario el estudiar si la velocidad de transcripción correlaciona con las concentraciones de ARNm, o si la estabilidad del ARNm ha cambiado dando como consecuencia un aumento o una disminución en la velocidad de degradación del ARNm. Para cuantificar la velocidad de transcripción se hace uso del ensayo denominado «run-on» el cual mide la elongación de transcritos pre-existentes en núcleos aislados del órgano de interés y nos da una medida relativa del número de moléculas de RNA polimerasa involucradas en la transcripción a un tiempo dado. Si la iniciación de la transcripción es el paso limitante, el número de ARN polimerasa II a lo largo de un segmento de ADN deberá ser proporcional a la velocidad de la iniciación de la transcripción (6). Sin embargo si no hay cambio en la velocidad de transcripción pero si un aumento en los niveles de ARNm, la regulación de la abundancia de los ARNm ocurre probablemente a nivel de la estabilidad del mensaje.

Si se identifica que la regulación génica se localiza a nivel de la transcripción, el siguiente paso es analizar la región o regiones dentro de ese gen que son de algún modo activadas por la presencia de un nutrimento y a su vez son responsables de la correcta iniciación de la transcripción o de su potenciación; a estas regiones se les denomina elementos responsivos o elementos que actúan en cis (5). Estos elementos responsivos son activados cuando se unen a estas proteínas específicas que son necesarias ya sea para la iniciación o la potenciación de la transcripción denominada **factores de transcripción**. Sin embargo estudios recientes muestran que no sólo son proteínas las que se unen a los elementos responsivos de los genes, sino que

compuestos tales como la glucosa (7) o los ácidos grasos poliinsaturados (8) son reconocidos por estos fragmentos de DNA para potenciar la transcripción de algunos genes.

Para identificar el significado funcional de secuencias que actúan en cis involucradas en el control de la transcripción se utiliza un ensayo funcional en el cual los supuestos elementos regulatorios de DNA se unen a una secuencia estructural de un **gen reportero** cuyo producto puede ser fácilmente evaluado como es el gen de la cloranfenicol transacetilasa (CAT) o el de la luciferasa formando un **gen quimérico** (9). Este gen quimérico se introduce a células eucarióticas por medio de transfección, electroporación, transferencia de genes mediada por liposomas o infección viral. Para identificar que esta secuencia específica responde a un nutrimento u hormona, se determina la actividad del producto del gen reportero en las células eucarióticas cultivadas en presencia del nutrimento o de la hormona en estudio. Si la secuencia a prueba responde a la presencia del factor en estudio, entonces es indicativo de que esta contiene un elemento que actúa en cis. Para determinar la presencia de factores transcripcionales específicos se utilizan pruebas como el análisis de «**foot printing**», en donde se identifica la región específica en el DNA a la cual se le une una proteína regulatoria.

Por otra parte si lo que se quiere estudiar es la función y regulación de genes de importancia metabólica, se ha hecho uso de los llamados **animales transgénicos** que se producen introduciendo un gen dentro de un animal intacto el cual es incorporado dentro de su genoma para observar los efectos del gen específico sobre un proceso metabólico o para modificar una ruta metabólica (10).

El ARNm por otro lado también puede estar regulado controlando su estabilidad o su **traducción**. Nutrimentos como el hierro ejercen su efecto a estos niveles y de esta manera controla la traducción del RNAm de ferritina sin cambiar los niveles de RNAm para esta proteína (11).

Por otra parte, algunos nutrimentos como las vitaminas y minerales que funcionan como cofactores o componentes de cofactores están involucrados en al menos un sistema postraduccional. Las modificaciones postraducionales incluyen modificaciones covalentes como la formación de nuevos aminoácidos por modificación de las cadenas laterales, reacciones con grupos α -amino o α -carboxilos libres al final de las cadenas polipeptídicas y modificación o rompimiento de uniones peptídicas (3).

Todos los pasos de la vía de expresión génica antes mencionados se afectan de diferente manera dependiendo del tipo de nutrimentos que provienen de los alimentos y de la respuesta hormonal que estos desencadenan, de manera que las vías centrales en el metabolismo de hidratos de carbono, lípidos y aminoácidos se verán afectadas por la regulación de los genes que codifican para los diferentes enzimas claves de una vía metabólica específica.

Regulación de la expresión génica de enzimas involucradas en el metabolismo de hidratos de carbono: La glucólisis, que se lleva a cabo en el hígado, es la ruta metabólica que convierte glucosa a piruvato y lactato y produce 2 moléculas de ATP y NADH por molécula de glucosa. El piruvato formado es usado principalmente para la síntesis de ácidos grasos. Por otra parte la gluconeogénesis proceso a través del cual se sintetiza glucosa a partir de compuestos que no son hidratos de carbono, es responsable de proveer glucosa a la sangre durante el ayuno, el ejercicio y durante el consumo de una dieta baja en hidratos de carbono.

Las rutas de la glucólisis y la gluconeogénesis tienen la mayoría de sus enzimas en común. Estas enzimas catalizan reacciones

reversibles y sus velocidades están controladas por la concentración de sus sustratos y productos. El flujo a través de las enzimas de estas vías se modula por mecanismos regulatorios: 1) a corto plazo; y 2) a largo plazo; dentro de los primeros mecanismos se tiene modificaciones covalentes como es la fosforilación y por otro lado a los efectores alostéricos, mientras que en los segundos mecanismos los cambios en la actividad enzimática involucran cambios en la expresión de genes y síntesis de proteínas (12). Hormonas como la insulina y el glucagon están involucradas en la activación de estos mecanismos regulatorios. El glucagon estimula la gluconeogénesis, la lipólisis e inhibe la síntesis de glucógeno, la glucolisis y la lipogénesis mientras que la insulina tiene efectos opuestos.

Las alteraciones en la dieta tienen un efecto notable sobre la expresión de varios genes de enzimas que regulan el metabolismo de hidratos de carbono en los vertebrados por medio de interacciones entre factores trans-activadores y secuencias en cis de un gen. Un ejemplo típico es la fosfoenol piruvato carboxicinas.

Fosfoenol piruvato carboxicinas (PEPCK): La PEPCK (EC 4.1.32) es una enzima que regula la gluconeogénesis y está involucrada en la interconversión de piruvato a fosfoenol-piruvato siendo este un paso limitante en la síntesis de glucosa. En la mayoría de los mamíferos no existe gluconeogénesis antes del nacimiento ya que la glucosa es proporcionada a los fetos a partir de la glucosa presente en la circulación de la madre. La PEPCK aparece inmediatamente después del nacimiento ya que durante el desarrollo del feto se encuentran niveles altos de insulina en la circulación fetal, lo cual reprime la transcripción del gen de la PEPCK en el hígado antes del nacimiento (13). En el hígado de rata la PEPCK es principalmente una enzima citosólica, aunque está distribuida en mitocondria y citoplasma en borregos, monos y humanos mientras que en el hígado de pájaros se encuentra solamente en la mitocondria y en el riñón, en la mitocondria y el citoplasma. A pesar de que el gen para la PEPCK citosólica en hígado de pollo no se expresa, la administración de Bt₂ AMPc (butiril AMPc) a estos animales estimula la producción del RNAm de esta enzima, lo que indica que el hígado contiene un gen funcional para la enzima que puede ser activado (14) y que probablemente su estimulación dependa del balance que exista entre las concentraciones de insulina y glucagon para que, de esta manera, se controlen los niveles de AMPc en el hígado. El gen de la PEPCK se expresa en hígado, riñón y tejido adiposo y en menor grado en el epitelio intestinal, glándula mamaria, colon, corazón, músculo esquelético, ovario y pulmón (12).

El gen de la PEPCK codifica para un RNAm que contiene 2.6 kb. La adición de alrededor de 200 residuos adenilados a la región 3' produce un RNAm de alrededor de 2.8 kb (15). El gen para la PEPCK consta de 6.0 kb y contiene 10 exones, 9 intrones y un promotor (12). La secuencia de la caja TATA se encuentra localizada a -30 pb y la caja CAAT entre los nucleótidos -63 y -68.

Existen elementos cis en la región 5' del gen de la PEPCK que permiten que su transcripción se lleve a cabo en algunos tejidos (16). La región de 460 pb de la región promotora-regulatoria del gen de la PEPCK hace que la expresión del gen quimérico PEPCK/bGH sólo se presente en el hígado y en el riñón (17).

Control para la dieta: La concentración de PEPCK y los niveles de RNAm de PEPCK citosólica están incrementados en animales en inanición (14), y en aquellos alimentados con una dieta baja en

hidratos de carbono pero alta en proteína (17); también los glucocorticoides y la hormona tiroidea estimulan la velocidad de la transcripción del gen de la PEPCK, y rápidamente se produce una inhibición de la transcripción en animales realimentados con una dieta rica en hidratos de carbono o en animales diabéticos inyectados con insulina (18, 19), debido a que la vida media del RNAm de la PEPCK es de 30 min y por lo tanto se produce una rápida caída en síntesis de la PEPCK del hígado.

Durante el ayuno los glucocorticoides ayudan a mantener la glicemia ejerciendo un efecto permisivo sobre el glucagon que actúa vía AMPc y que promueve la gluconeogénesis produciendo una mayor captura de aminoácidos por el hígado y aumentando la actividad de la PEPCK en este tejido. Por el contrario, durante el estado postprandial, los glucocorticoides ayudan a guardar la glucosa como glucógeno y a desechar el exceso a través de la glucolisis. Los efectos de la dieta son mediados principalmente por hormonas aunque se ha demostrado que la adición de glucosa por sí misma produce una disminución en la estabilidad del RNAm y en la transcripción del gen de la PEPCK (19).

Control por hormonas: La concentración de PEPCK y los niveles de RNAm de PEPCK citosólica están incrementados en animales diabéticos, en animales tratados con glucagon o AMPc (14). Originalmente se había demostrado que el gen de la PEPCK estaba controlado a nivel transcripcional ya que el AMPc rápidamente inducía la velocidad de transcripción del gen de la PEPCK; sin embargo la velocidad de transcripción aumentaba temporalmente mientras que el RNA para la enzima continuaba acumulándose en el citoplasma. Estos resultados sugirieron que el control de la expresión del gen para la PEPCK se lleva a cabo tanto a nivel transcripcional como postranscripcional. El glucagon a través de AMPc regula la abundancia del RNAm de la PEPCK por medio de un efecto inmediato el cual involucra un incremento en la velocidad de transcripción de gen y un efecto a largo plazo que tiene lugar principalmente a través de la estabilización del RNAm de la PEPCK evitando su degradación (20).

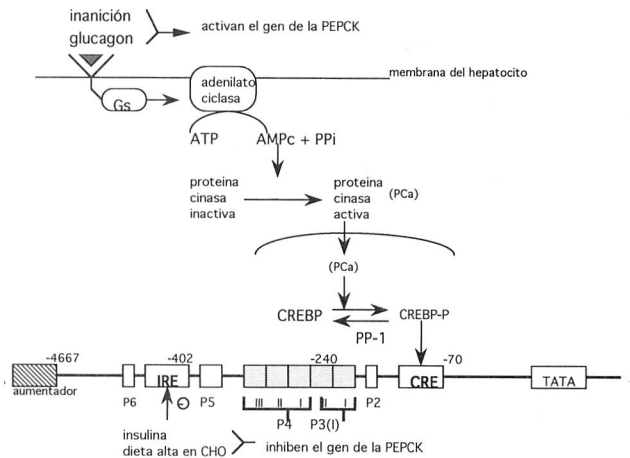
Se han identificado secuencias cis que confieren especificidad hormonal, y éstas se han demostrado por medio de genes quiméricos formados por 620 pb del DNA de la región 5' del gen de la PEPCK unidas al gen estructural de la timidina cinasa. Cuando este gen quimérico se transfecta dentro de células de hepatoma de rata deficientes en timidina-cinasa, la expresión del gen PEPCK se estimula en presencia de AMPc (21) y de glucocorticoides, mientras que la insulina inhibe su transcripción.

La región promotora del gen de la PEPCK (Figura 2) muestra la presencia de diferentes elementos cis en el gen de la PEPCK específicos para diferentes hormonas. El gen de la PEPCK presenta una región a -410 pb del sitio de iniciación de la región promotora de este gen denominada «elemento que responde a insulina» (IREs). La expresión de este gen se inhibe rápidamente por insulina sin importar la presencia o ausencia de glucosa y esta inhibición no es bloqueada por cicloheximida (19) ni por la ingestión de una dieta rica en hidratos de carbono.

El gen de la PEPCK también presenta una secuencia de bases denominada «elemento que responde a AMP cíclico» (CRE) localizado en la posición -70 del sitio de iniciación de la transcripción. Esta región es activada por una proteína (CREBP) que se une al elemento que responde a AMPc siguiendo el mecanismo mostrado en la Figura 2.

FIGURA 2

Mecanismos de activación o inhibición del gen de la fosfoenolpiruvato carboxicinas por medio de las hormonas para desencadenar la activación de factores transactivadores que reconocen a los diferentes elementos cis en la región promotora del gen de la PEPCK PP-1= fosfatasa P 1; CREBP= proteína que une al elemento que responde a AMPc; CRE= elemento que responde a AMPc; IRE= elemento que responde a insulina; PI a P6= elementos que responden también a AMPc.



Existen otras 6 secuencias o elementos que se unen también a AMPc denominados elementos P. Los elementos CRE y P4 son los más potentes en la estimulación de la transcripción. El sitio P3 (-231 a -260) se une a una proteína que está presente en altas concentraciones en el núcleo del hepatocito y es un buen candidato para ser un elemento específico del hígado (16).

El gen de la PEPCK presenta dos unidades reguladoras que enlazan glucocorticoides (GRU) que estimulan la transcripción del gen de la PEPCK en presencia de glucocorticoides y un elemento respondedor a hormona tiroidea (TRE). T3 estimula la transcripción del gen de la PEPCK alrededor de 3 veces cuando se une al receptor para hormona T3 y este complejo se une a una secuencia localizada alrededor de -332 a -308 pb del sitio de iniciación de la transcripción.

Se han identificado varios factores transcripcionales (C/EBP α , C/EBP β , DBP, HNF-1, HNF-4 y probablemente HNF-3 (12) que reconocen la región promotora de la PEPCK y que se unen a los diferentes elementos que actúan en cis para activar la región promotora de la PEPCK.

Regulación de la expresión génica de enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos: Existe un gran interés público en lo que se refiere a lípidos, debido a su alto consumo en la dieta ocasionando un incremento de obesidad, enfermedades cardiovasculares y cáncer. Esto ha dado lugar a un aumento en las investigaciones relacionadas con el metabolismo de lípidos, específicamente a su biosíntesis.

Muchos de los componentes que regulan los genes lipogénicos están involucrados en la regulación de la división celular, por lo que la regulación nutricia de estos genes es importante para el entendimiento del crecimiento excesivo del tejido adiposo causado por la obesidad.

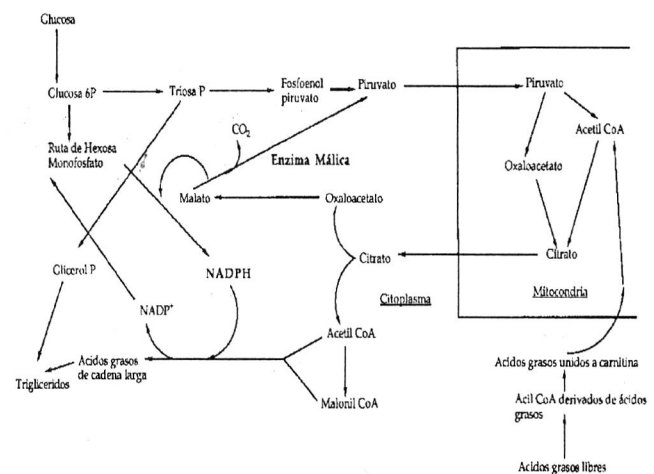
La biosíntesis de ácidos grasos endógena es un proceso altamente

regulado, en donde algunas enzimas involucradas en esta vía metabólica están reguladas a nivel de la expresión génica como es el caso de la enzima málica o de la sintetasa de los ácidos grasos (22).

Enzima málica (ME): La enzima málica (EC 1.1.1.40) cataliza la descarboxilación oxidativa de malato a piruvato y CO₂ generando NADPH el cual se usa principalmente para la síntesis *de novo* de ácidos grasos de cadena larga (Figura 3). La enzima málica citosólica se expresa principalmente en el hígado y a niveles muy bajos, en riñón, cerebro y corazón. Los bajos niveles de la enzima en estos órganos se correlacionan también con una baja velocidad de transcripción del gen de la enzima málica (23).

FIGURA 3

La enzima málica cataliza la formación de piruvato a partir de malato produciendo NADPH que es utilizado por la sintetasa de los ácidos grasos para formar ácidos grasos de cadena larga. La otra fuente de obtención de NADPH proviene de la ruta de hexosa monofosfato. El citrato mitocondrial es transportado al citoplasma y es la fuente de producción de malato citoplásmico a través del oxaloacetato.



Control por dieta: Las concentraciones de RNAm y la actividad enzimática de la enzima málica en el hígado de rata lactante son muy bajas sin importar la dieta de la madre, y esto es probablemente debido a que ingieren exclusivamente leche la cual tienen un contenido relativamente elevado en grasas y bajo en hidratos de carbono. La expresión del gen aumenta alrededor de la semana 4-6 y después disminuye a un 40-60 % de los niveles máximos. La expresión del gen de la enzima málica después del destete está sujeta a regulación nutricia ya que las ratas empiezan el destete consumiendo una dieta que es alta en hidratos de carbono y baja en lípidos. Los niveles de RNAm para la enzima málica se ven aumentados por el consumo de una dieta libre de lípidos o de ácidos grasos saturados, pero no se encuentran muy elevados en ratas alimentadas con una dieta basada en aceite de maíz o de pescado (24). La dieta no afecta la expresión del gen de la enzima málica en tejidos extrahepáticos, lo que indica que la regulación nutricia de la expresión del gen de la enzima málica es específica del hígado; sin embargo, la expresión de este gen no está restringida únicamente a este tejido.

La actividad de la enzima málica en el hígado de rata está disminuida durante la inanición (25,26), pero cuando los animales se alimentan con dietas altas en hidratos de carbono y bajas en grasa presentan un incremento de 25 veces en la actividad enzimática y un aumento de alrededor de 20 veces en los niveles del RNAm para la enzima málica (27), aumento que se debe tanto a un incremento de 2 a 3 veces en la velocidad de transcripción como a una disminución de un 65-80 % en la degradación de su RNAm (28).

La alteración en la vida media del RNAm de la enzima málica ha sido también observada en hígado de patos y se ha determinado que ésta es de 3 horas cuando los animales son alimentados con una dieta alta en hidratos de carbono, mientras que la vida media del RNAm para esta enzima en patos en inanición es de 1h (27).

Estudios con ratones alimentados con dietas altas en hidratos de carbono han demostrado que la inducción del gen de la enzima málica presenta una respuesta temporal y posicional; esto significa que entre las 6 y 12 h. después de que estos animales son alimentados con una dieta alta en hidratos de carbono, el gen de la enzima málica se expresa principalmente en los hepatocitos periportales para después abarcar los hepatocitos pericentrales (29).

Por otro lado estudios con hepatocitos de rata en cultivo han mostrado que la glucosa, la fructosa y otros monosacáridos estimulan la acumulación de enzimas lipogénicas; sin embargo, en hepatocitos de aves ni la glucosa ni la fructosa aumentan la concentración de enzima málica.

El contenido de lípidos en la dieta reduce la actividad y la concentración del RNAm de la enzima málica, pero su velocidad de transcripción no disminuye, lo que indica que los lípidos pudieran regular la enzima málica a nivel posttranscripcional. Por el contrario, los lípidos en la dieta tienen poco efecto en la enzima málica del hígado de aves.

Control por hormonas: La insulina y el glucagón son las principales hormonas que regulan el flujo de los esqueletos carbonados provenientes de la glucosa para la síntesis de ácidos grasos saturados de cadena larga modulando la actividad y la expresión génica de algunas de las enzimas involucradas en el proceso de biosíntesis de ácidos grasos. Además, la 3,5',5-triiodo-L-tironina (T3) es el principal regulador de la actividad de la enzima málica. La insulina amplifica la respuesta a T3 y el glucagón completamente bloquea a los efectos estimuladores de T3 e insulina (26). La inyección de T3 (50 µg/100 g/día) a ratas por 4 días produce un aumento de 2 a 3 veces en la concentración de RNAm de la enzima málica sin importar el tipo de dieta, lo que indica que la T3 incrementa la velocidad de transcripción de esta enzima independientemente de la regulación por nutrientes (30). La concentración de la enzima málica se encuentra disminuida en animales diabéticos y tiroidectomizados, y regresa a sus valores normales después de la administración de insulina y T3 (31), respectivamente.

El glucagón, por su parte, causa una disminución de la vida media del RNAm de la enzima málica de alrededor de 1.5 h, lo que indica que el AMPc puede actuar a nivel posttranscripcional debido a que incrementa la velocidad de degradación del RNAm de la enzima málica (28). El glucagón, por medio del AMPc, bloquea la inducción de la enzima málica y de su RNAm producido por la adición de insulina y T3 en hepatocitos en cultivo. La hormona de crecimiento y el factor de crecimiento epidérmico inhiben también la acumulación de enzima málica en hepatocitos en cultivo. Los cambios en la enzima málica inducidos por hormonas son debidos principalmente a cambios en las velocidades de síntesis y concentración de RNAm,

lo que indica que la regulación es a nivel pretraduccional.

La administración de T3 produce un aumento en la concentración de RNAm de aproximadamente 14 veces mientras que solamente produce un aumento de 2 veces en la velocidad de transcripción, lo que indica que la regulación de este gen por T3 es principalmente a nivel posttranscripcional.

Regulación de la expresión génica de enzimas degradadoras de aminoácidos: Cuando se consume una dieta con un alto contenido de proteína, la concentración de aminoácidos en la sangre de la vena porta y en el hígado aumenta lo cual, aunado al incremento de algunas hormonas, produce dos efectos importantes que alteran la regulación de genes específicos y controlan la concentración de aminoácidos en la circulación general: 1) un aumento en el tamaño del hígado y los riñones debido a un aumento en la síntesis de DAN, RNA y un aumento en la actividad de las enzimas necesarias para la síntesis de constituyentes celulares, y 2) un aumento en la concentración de las enzimas necesarias para catabolizar el exceso de aminoácidos ya que no existe un reservorio de proteínas en el organismo. Si la capacidad de estas respuestas es rebasada temporalmente, se presenta una disminución en la ingestión de alimentos probablemente debido a cambios en la concentración de algunos neurotransmisores lo cual permitirá mantener una homeostasis en animales alimentados con dietas altas en proteínas (22, 32).

El efecto que ejerce el sustrato específico de cada enzima degradadora de aminoácidos y el de una dieta en conjunto, son en parte diferentes. El efecto del sustrato está asociado con cambios estructurales en la enzima que de esta manera adquiere una mayor estabilidad como es el caso de la triptófano oxigenasa o la tirosina aminotransferasa (33,34), o también por un aumento en la velocidad de reacción hasta alcanzar su velocidad máxima (35). La dieta en conjunto puede ocasionar un cambio hormonal provocando así la inducción del gen que codifica para la enzima degradadora de aminoácidos específica a través de un aumento en la síntesis de RNA lo que se traduce en un aumento en la síntesis de la enzima correspondiente.

La proteína en la dieta tienen una acción opuesta a la de los hidratos de carbono sobre la síntesis de enzimas involucradas en el catabolismo de aminoácidos. El ayuno y el consumo de dietas con alto contenido de proteína producen un aumento en las enzimas degradadoras de aminoácidos para convertir los aminoácidos a precursores de la síntesis de glucosa y ácidos grasos, o para su oxidación completa. Por el contrario, una dieta con alto contenido de hidratos de carbono, disminuye la actividad de enzimas que participan en la gluconeogénesis y en el catabolismo de aminoácidos. Sin embargo, el efecto de la dieta sobre la expresión génica de las enzimas degradadoras de aminoácidos es diferente en cada órgano o tejido y dependerá de factores tales como la duración del tiempo de ayuno, la composición de la dieta o la adaptación a una dieta previa. En nuestro laboratorio hemos demostrado (datos no publicados) que animales que han sido entrenados a consumir una dieta con un exceso de proteína (50 %) por un período de 7 horas al día durante 10 días, mantienen las concentraciones constantes de RNAm para la tirosina amino transaminasa (TAT) a pesar de que las ratas sean mantenidas por un período de inanición de 17 h y vuelvan a consumir una dieta con 50 % de proteína, lo que indica que los animales se adaptaron a la dieta anterior a la cual habían sido entrenados y, a pesar de seguir consumiendo un exceso de proteína, no necesitan inducir nuevamente el gen, mientras que si las ratas son adaptadas a consumir una dieta con un contenido adecuado de proteína (18 %) y después son

cambiadas a consumir una dieta con 50 % de proteína se presenta un aumento en la concentración de RNAm para la TAT. Lo anterior indica que bajo estas condiciones, se requiere una inducción de este gen para eliminar el exceso del aminoácido. Por el contrario, si a estas ratas se les cambia de una dieta del 18 % de proteína a una dieta con bajo contenido de proteína (6 % de caseína), el gen para esta enzima se reprime tal vez para conservar el nitrógeno del organismo. No se ha estudiado la respuesta de todos los genes de las enzimas degradadoras de aminoácidos a la proteína dietaria; sin embargo, se ha obtenido abundante información sobre las enzimas serina deshidratasa y tirosina aminotransferasa las cuales están involucradas en la degradación de serina y treonina la primera, y de tirosina la segunda.

Serina deshidratasa (SDH): La L-serine deshidratasa (L-serina hidrolasas (desaminasas), EC 4.2.1.13) cataliza la α , β -eliminación de la L-serina para producir piruvato para la gluconeogénesis y amonio. Esta enzima también cataliza la conversión de L-treonina a α , ceto-butirato. La SDH tiene un peso molecular de 38,000 (36) y se expresa principalmente en el hígado adulto pero no en el hígado fetal (37). Se ha informado que el gen clonado de la SDH está compuesto de 9 exones y ocho intrones con una longitud de 7.5 kb. El codón de iniciación ATG para la traducción se localiza en el exon 3, y el codón de terminación y la señal poly(A)+ (AATAAA) se encuentran localizados en el exon 9 (37). La terminación 5' del RNAm de la SDH está localizada 148 nucleótidos antes del codón de iniciación, ATG.

La región 5' del gen de la SDH no presenta cajas «TATA» y «CAAT» típicas, pero contiene las cajas «ATA» (AATAAA) y «CAT» que son variaciones de las primeras y están localizadas en las posiciones -25 y -54, respectivamente. Existen varias cajas «GC» río arriba de la secuencia AATAAA con homología a algunas reportadas para el sitio de unión del factor de transcripción Sp1. El gen de la SDH genera 2 clases de RNAm en el hígado para lo cual utiliza diferentes modos de rompimiento y procesamiento. El principal RNAm, que representa el 95 % de la suma de los dos RNAs es traducido a SDH con un peso molecular de 34.5 kDa; el otro RNAm codifica para un polipéptido de 8.9 kDa. Los dos tipos de RNAm desaparecen cuando las ratas son alimentadas con una dieta libre de proteína. La vida media de la SDH es de 8-10 h y la de su RNAm es de 5-10 h. Después del nacimiento aumenta rápidamente la expresión del gen de la SDH hasta alcanzar los niveles de enzima del adulto a las 2 semanas, y se ha observado que los niveles de RNAm en hígado para esta enzima siguen el mismo patrón que la actividad enzimática de la SDH. Este rápido incremento en la SDH se debe a un aumento en la concentración de AMPc producido por disminución de la insulina en el plasma y aumento de la concentración de glucagón (38). Las concentraciones de RNAm de la SDH son altas en el hígado, bajas en el riñón e indetectables en el cerebro y el pulmón (39). En el hígado existen secuencias específicas que son exclusivas para la expresión de gen de la SDH en este órgano y están localizadas entre las posiciones -62 y +10, pero este gen también posee una región promotora distal entre -133 y -63 pb que contiene elementos cis que regulan la expresión del gen de una manera que no es específica de este tejido (40).

Control por la dieta: La actividad enzimática (32) y los niveles de RNAm de la SDH se ven afectados por el contenido de proteína en la dieta. El RNAm de la SDH en hígado de ratas alimentadas con 0% de proteína no es detectable, mientras que el RNAm de hígado de ratas alimentadas con 60% (36) o 91 % de proteína se encuentra incrementado varias veces en el hígado, así como también la activi-

dad de la enzima (39). En ratas que habían sido alimentadas previamente con dietas que contenían una elevada concentración de proteína y posteriormente fueron alimentadas con dietas libres de proteínas, se ha observado una reducción rápida en un período de 18 h de los niveles de RNAm de la SDH (39). El DNA genómico aislado de núcleos de ratas alimentadas con dietas libres de proteínas o con un exceso en el contenido de proteína muestran una diferente sensibilidad a la DNasa I sobre el gen de la SDH, las regiones II (-3050 y -3180) y III (-3600 a -3850) de la cromatina de ratas alimentadas con un alto contenido de proteína son más susceptibles a la acción de la DNasa I, mientras que la región I (-100) de la cromatina de ratas alimentadas con una dieta libre de proteínas es más sensible a la acción de la DNasa I; esto implica que la regulación nutricia de la expresión del gen de la SDH se asocia con un cambio en la estructura de la cromatina alrededor de las regiones I-III, correspondiente a una región de 800 pb (39). Por otro lado, ratas alimentadas con hidrolizados de caseína sin glucosa muestran un aumento en la actividad de la enzima 6h después de haber empezado a ingerir la dieta, pero la adición de glucosa a esta dieta disminuye la actividad enzimática de la SDH (41). Se ha demostrado que dietas con alto contenido en hidratos de carbono reprimen la inducción de varias enzimas que catabolizan aminoácidos. Esta acción de la glucosa se ve contrarrestada cuando se inyecta cortisona intramuscular a estos animales, aunque la cortisona por sí sola no ejerce ninguna inducción sobre la SDH. El efecto represivo que ejerce la glucosa sobre los niveles de RNAm de SDH es mayor que el que ejerce sobre la actividad enzimática de la SDH lo que indica que la vida media de la enzima es mayor que la de su RNAm y que, además, la glucosa suprime la inducción de la SDH a nivel de la transcripción (42). Las dietas libres de proteína tampoco activan la SDH aun en la presencia de cortisona (43).

Por otro lado, la inanición incrementa alrededor de 25 veces la actividad enzimática de la SDH con respecto a ratas normales. Este aumento resulta también en un incremento en la cantidad de la enzima, en la cantidad del RNAm y en la velocidad de transcripción del gen de la SDH. Estos resultados indican que la inducción de este gen se controla a nivel de la transcripción en hígados de ratas en inanición (42).

Control por hormonas: La inyección de tiroxina en animales alimentados con una dieta alta en proteína produce una disminución en la actividad de la SDH (44), mientras que la administración de glucagón aumenta la actividad de la SDH 100 veces, especialmente en ratas alimentadas con una dieta libre de proteínas y es un mejor inductor de la SDH que la administración de una dieta alta en proteínas que induce a la SDH alrededor de 7 veces (45); esto sugiere que el glucagón es la principal hormona que interviene en la regulación de la SDH. La notable capacidad inductiva del glucagón se ha confirmado con la administración de Bt_2 -cAMP el cual incrementa la velocidad de transcripción del gen de la SDH tanto en ratas en inanición, como en las alimentadas con glucosa y también en ratas diabéticas tratadas con insulina (42). Esto indica que la inducción de la SDH está controlada principalmente a nivel de la transcripción por la acción del glucagón a través de AMPc.

Los glucocorticoides son hormonas que promueven un marcado incremento en la síntesis de algunas enzimas catabólicas en el hígado incluyendo a la SDH. Tanto los glucocorticoides como el glucagón se requieren para inducir la síntesis de la SDH y actúan como co-inductores del gen de la SDH, efecto que se ve suprimido por la presencia de insulina.

La manera como las hormonas esteroides regulan la transcripción

es por medio de receptores específicos que, después de que se unen a su ligando, los receptores interactúan como secuencias regulatorias de genes responsables, llamadas «elementos que responden a hormonas». Existen tres posibles elementos que responden a glucocorticoides (GREs), los cuales tienen la secuencia consenso 5' GGTACANNNTGTTCT 3' y están ubicados en las posiciones -388, -411 y -2098 (37).

A pesar de que el Bt₂-cAMP incrementa la velocidad de transcripción en ratas diabéticas, la diabetes por sí misma causa un aumento en la actividad enzimática de la SDH y en la cantidad de enzima pero no aumentan en la misma proporción que lo hacen las concentraciones de su RNAm y su velocidad de transcripción en comparación con los valores producidos por efecto de la inanición. Estos resultados sugieren que la inducción de la SDH bajo estas condiciones se lleva a cabo por un mecanismo traduccional o post-traduccional. La administración de insulina a ratas diabéticas causa una rápida disminución de los niveles de RNAm y de su velocidad de transcripción en ratas tratadas con Bt₂-cAMP indicando que esta hormona probablemente también ejerce su mecanismo de regulación a nivel transcripcional (42).

Comentarios finales: Los anteriores ejemplos permiten apreciar las enormes perspectivas que se abren para la investigación básica en nutrición y aunque escapa a los objetivos de la presente revisión existen grandes implicaciones prácticas en diversas áreas de la nutrición, así como también un gran potencial de aplicación a la resolución de problemas metabólicos específicos. El estudio de estas tres enzimas nos dan una idea de los diferentes mecanismos de regulación de la expresión de genes por nutrientes y hormonas, de los diferentes niveles en la vía de expresión génica donde pueden actuar los nutrientes, la secuencia de eventos y de factores que son activados por los nutrientes u hormonas para la expresión de un gen así como las secuencias específicas en un gen que responde a un nutriente específico. El estudio de las bases moleculares de la regulación de genes de enzimas importantes en el metabolismo nos ayudará a conocer los defectos regulatorios causados por un exceso o una disminución en la ingesta de nutrientes específicos y el papel específico que juegan los nutrientes en la regulación de la expresión génica.

REFERENCIAS

- Aebi HE & Berger EG. Nutrition and enzyme regulation. *Curr. Prob. Clin Biochem.* 10:10-13, 1980.
- Simopoulos AP. Genetics and Nutrition: Or what your genes can tell you about nutrition. *World Rev. Nutr. Diet.* 63:25-34, 1990.
- Rucker R. & Tinjer D. The role of nutrition in gene expression: A fertile field for the application of molecular biology. *J. Nutr.* 116:177-189, 1986.
- Hengen PN. Quantitative PCR: An accurate measure of mRNA. *TIBS* 20:476-477, 1995.
- Lewin B. *Genes V.* New York, Oxford University Press, 1994.
- Lamers WH. cAMP stimulates transcription of the gene for cytosolic phosphoenolpyruvate carboxykinase in rat liver nuclei. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 70:5137-5141, 1982.
- Chen R., Doirin B. & Kahn A. Glucose responsiveness of a reporter gene transduced into hepatocytic cells using a retroviral vector. *FEBS Lett.* 365:223-226, 1995.
- Clarke SD & Jump DB. Dietary polyunsaturated fatty acid regulation of gene transcription. *Annu. Rev. Nutr.* 14:83-98, 1994.
- Nordee SK. Luciferase reporter gene vectors for analysis of promoters and enhancers. *Biotechniques* 6:454-457, 1988.
- McGrane M., Yun JS., Patel Y. & Hanson RW. Metabolic control of gene expression: in vivo studies with transgenic mice. *TIBS* 17:40-44, 1992.
- Klausner RD & Harford JB. Cis-trans models for post-transcriptional gene regulation. *Science* 246:870-872, 1989.
- Lemaigre FP & Rousseau GG. Transcriptional control of genes that regulate glycolysis and gluconeogenesis in adult liver. *Biochem. J.* 303:1-14, 1994.
- Granner D., Andreone T., Sasaki K. & Beale E. Inhibition of transcription of the phosphoenolpyruvate carboxykinase gene by insulin. *NATURE* 305:549-551, 1983.
- Hod Y., Morris SM. & Hanson RW. Induction by cAMP of the mRNA encoding the cytosolic form of phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP) from the chicken. *J. Biol. Chem.* 259:15603-15608, 1984.
- Hod Y., Warren Y. & Hanson RW. The gene encoding the cytosolic form of phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP) from the chicken. *J. Biol. Chem.* 259:15609-15614, 1984.
- McGrane MM, Yun JS., Moorman AFM, Lamers WH., Hendrick GK., Arafah BM., Park EA., Wagner TE & Hanson RW. Metabolic effects of developmental, tissue-, and cell-specific expression of a chimeric phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP) bovine growth hormone gene in transgenic mice. *J. Biol. Chem.* 265:22371-22379, 1990.
- McGrane MM., de Vente J., Yun J., Bloom J., Park E., Wynshaw-Boris A., Wagner T., Rottman FM., & Hanson RW. Tissue-specific expression and dietary regulation of a chimeric phosphoenolpyruvate carboxykinase during glucose repression in liver. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 71:1304-1308, 1974.
- Tilghman Ss.M., Hanson R.W., Reshef L., Hopgood M.F. & Ballard F.J. Rapid loss of translatable messenger RNA of phosphoenolpyruvate carboxykinase during glucose repression in liver. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 71: 1304-1308, 1974.
- Vaulont S. & Kahn A. Transcriptional control of metabolic regulation genes by carbohydrates. *FASEB J.* 8:28-35, 1994.
- Hod Y., Hanson RW & Cyclic AMP stabilizes the mRNA for phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP) against degradation. *J. Biol. Chem.* 263:7747-7752, 1988.
- Wynshaw-Boris A., Lugo TG., Short JM., Fournier REK. & Hanson WR. Identification of a cAMP regulatory region in the gene for rat cytosolic phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP). *J. Biol. Chem.* 259:12161-12169, 1984.
- Hillgartner FB, Salati LM & Goodridge AG. Physiological and molecular mechanisms involved in nutritional regulation of fatty acid synthesis. *Physiol. Rev.* 75:47-76, 1995.
- Ma X., Salati LM., Ash SE., Mitchell DA., Klautky SA., Fantozzi DA. & Goodridge AG. Nutritional regulation and tissue-specific expression of the malic enzyme gene in the chicken. *J. Biol. Chem.* 265:18435-18441, 1990.
- Iritani N., Fukuda J. & Matsumura Y. Lipogenic enzyme gene expression in rat liver during development after birth. *J. Biochem* 113:519-525, 1993.
- Iritani N., Nagashima K., Fukuda H., Katsurada A. & Tanaka T. Effects of dietary proteins on lipogenic enzymes in rat liver. *J. Nutr.* 116:190-197, 1986.
- Goodridge AG., Crish F., Hillgartner B. & Wilson B. Nutritional and hormonal regulation of the gene for avian malic enzyme. *J. Nutr.* 119:299-308, 1989.
- Goldman MJ., Back DW., & Goodridge AG. Nutritional regulation of the synthesis and degradation of malic enzyme messenger RNA in duck liver. *J. Biol. Chem.* 260:4404-4408, 1985.
- Goodridge AG. Dietary regulation of gene expression: Enzymes involved in carbohydrate and lipid metabolism. *Ann. Rev. Nutr.* 7:157-85, 1987.
- Cochary EF., Kikinis Z. & Paulson EK. Positional and temporal regulation of lipogenic gene expression in mouse liver. *Gene Expression* 3: 265-277, 1993.
- Katsurada A., Iritani N., Fukuda H., Noguchi T. & Tanaka T. Influence of diet on the transcriptional and post-transcriptional regulation of malic enzyme induction in the rat liver. *J. Biochem.* 168:487-491, 1987.

31. Mariashi CN., McSwigan CR., Towle HC., Schwartz HL. & Oppenheimer JH. Glucose and triiodothyronine both induce malic enzyme in the rat hepatocyte culture. *J. Clin. Invest.* 68:1485-1490, 1981.
32. Anderson HL., Benevenga NJ. & Harper AE. Associations among food and protein intake, serine dehydratase, and plasma amino acids. *Am J. Physiol.* 214:1008-1013, 1968.
33. Kenney FT. Hormonal regulation of synthesis of liver enzymes. En: *Mammalian protein metabolism.* H.N. Munro (Ed.). New York, Academic Press. p.131-176, 1970.
34. Hargrove JL. & Liu C. Destabilization of tyrosine aminotransferase by amino acids. *Aminoacids* 7:279-289, 1994.
35. Harper AE. Control mechanism in amino acids metabolism. University Park PA., The Pennsylvania State University Presss, 1974.
36. Ogawa H., Miller DA., Dunn T., Su Y., Burcham JM., Peraino C., Fujioka M., Babcock K. & Pitot HC. Isolation and nucleotide sequence of the cDNA for rat liver serine dehydratase mRNA and structures of the 5' and 3' flanking regions of the serine dehydratase gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 85:5809-5813, 1988.
37. Noda C., Ohguri M., Marrsuda K., Nakamura T., Hasegawa A., Yagi S. & Ichihara A. Organization and structure of the 5' flanking region of the rat serine dehydratase gene. *J. Biochem.* 108:622-628, 1990.
38. Noda C., Ohguri M. & Ichihara A. Developmental and growth-related regulation of expression of serine dehydratase mRNA in rat liver. *Biochim. Biophys. Res. Commun.* 168:335-342, 1990.
39. Ogawa H., Fujioka M., Su Y., Kanamoto R. & Pitot HC. Nutritional regulation and tissue-specific expression of the serine dehydratase gene in rat. *J. Biol. Chem.* 266:204412-20417, 1991.
40. Su Y., Kanamoto R., Ogawa H. & Pitot HC. Regulatory elements for the tissue-specific expression of the rat serine dehydratase-encoding gene. *Gene* 120:301-306, 1992.
41. Peraino C., Lamar C. & Pitot HC. Studies on the Induction and repression of enzymes in rat liver. *J. Biol. chem.* 241:2944-2948, 1966.
42. Kanamoto R., Su Y. & Pitot H. Effects of glucose, insulin and cAMP on transcription of the serine dehydratase gene in rat liver. *Arch. Biochem. Biophys.* 288:562-566, 1991.
43. Peraino C. Interactions of diet and cortisone in the regulation of adaptive enzymes in rat liver. *J. Biol. Chem.* 242:3860-3867, 1967.
44. Ku Y., Rogers QR. & Harper AE. Effects of thyroxine and cortisol on liver threonine dehydratase and tryptophan pyrrolase in rats fed a high protein diet. *P.S.E.B.M.* 130:556-563, 1969.
45. Jost JP., Khairallah EA. & Pitot HC. Studies on the induction and repression of enzymes in rat liver. *J. Biol. Chem* 243:3057-3066, 1968.

Recibido: 28-04-1995

Aceptado: 11-01-1996

Estado nutricional de escolares rurales de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989.^{1,2}

María Cristina Durán Santana³, Rodolfo Ivanovic Marincovich⁴, Julia Hazbun Game⁵ y Daniza Ivanovic Marincovich⁶

Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA).
Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar. Santiago, Chile

RESUMEN. La finalidad de este trabajo fue efectuar un estudio comparativo del estado nutricional de una muestra representativa de 651 escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile, entre los períodos 1986-1987 y 1989. El estado nutricional se evaluó mediante mediciones antropométricas, determinándose los parámetros peso/edad (P/E), talla/edad (T/E) y peso/talla (P/T), de acuerdo a las tablas de la OMS, expresados en % de adecuación, puntaje Z y percentiles; % circunferencia craneana/edad (%CC/E), en relación a las tablas de Tanner y antropometría braquial, con respecto a las normas de Frisancho. El nivel socioeconómico (NSE) se determinó mediante la Escala de Graffar Modificado. El análisis de los datos incluyó análisis de varianzas, test de la «t» de Student para comparación de medias y chi cuadrado. Los resultados mostraron que existe un mejoramiento tanto en el estado nutricional actual (P/T) de los escolares rurales durante el año 1989 en relación al período 1986-1987, como en las condiciones socioeconómicas y socioculturales; no obstante, para poder establecer relaciones causa-efecto, es necesario un período de seguimiento de varios años. El P/T sería un mejor indicador del estado nutricional debido al elevado retraso estatural que presentaron los educandos (47,4 %), siendo significativamente mayor en el NSE bajo-bajo (51,9 %) en relación al NSE medio (30,9 %) ($p < 0,01$). La obesidad fue significativamente mayor en las mujeres (23,5 %) en relación a los hombres (13,2 %) ($p < 0,05$), situación que hace necesario poner en práctica urgentes medidas para su prevención y evitar las consecuencias para la vida presente y futura del escolar. El % CC/E aumentó significativamente desde el período 1986-1987 a 1989, confirmando que la selectividad en el Sistema Educativo, aparentemente, se asociaría al % CC/E y no al P/E o T/E. Considerando que el 86,9 % de los escolares pertenece a NSE bajo, la alta prevalencia de desnutrición y retraso estatural en los no beneficiarios y que el Programa de Alimentación Escolar (PAE) sólo atiende al 13 % de los escolares, es necesario ampliar su cobertura en el área rural de la Región Metropolitana de Chile, con el objeto de favorecer la igualdad de oportunidades frente a la educación.

SUMMARY. Nutritional status of rural school children from Chile's Metropolitan Region. A comparative study. 1989. The objective of this study was to carry out a comparative study of the nutritional status of a representative sample of 651 rural school children from Chile's Metropolitan Region between two periods: 1986-1987 and 1989. The percentages of weight/age (% W/A), height/age (% H/A) and weight/height (% W/H), as well as Z scores were compared with WHO Tables; head circumference/age (% HC/A), with Tanner Tables and brachial anthropometric measurements with Frisancho standards. Socioeconomic status (SES) was measured through Graffar's Modified Method. Statistical procedures included analysis of variance, «t» test for comparison of the means and chi-square. In 1989, results showed an improvement, both present nutritional status (% W/H) and SES as compared with 1986-1987 period. % W/A increased and % H/A decreased from 1986-1987 to 1989. % W/H should be a better indicator of nutritional status due to the high incidence of growth failure (47,4 %) which was detected in 51.9 % and 30.9 % in low-low SES and medium SES, respectively ($p < 0.001$). Obesity was significantly higher in females (23.5 %) than in males (13.2 %) ($p < 0.05$) by which this problem must be prevented to avoid negative consequences in present and adult life. % HC/A positively and significantly increased from 1986-1987 to 1989 confirming that educational selectivity apparently relates to % HC/A, and not to % W/A or % H/A. Considering that only 13.0 % of school-age children were beneficiaries of the School Feeding Program (PAE), the high prevalence of undernutrition and growth failure in non-beneficiaries and the fact that most part of the sample (86.9 %) belong to low-SES, it should be necessary to increase the covering of PAE in the rural area of Chile's Metropolitan Region.

INTRODUCCION

El crecimiento y desarrollo normal de todo individuo depende, fundamentalmente, de la interacción entre sus características genéticas y la influencia de factores ambientales, como son las condiciones socioeconómicas y socio-culturales; no obstante, el potencial de rendimiento físico e intelectual está contenido en su dotación genética que representa el patrimonio con el cual nace. Sin embargo, su total expresión dependerá principalmente de las condiciones que ofrece el medio ambiente (1,2). Es así como diversos estudios realizados en Latinoamérica revelan la directa relación existente entre el nivel socioeconómico y la estatura de la población, y pone de manifiesto la importancia que tiene una adecuada nutrición durante los primeros años de vida, en la estatura final del individuo (3,4).

- 1 Financiado mediante Grant 0818/1988 del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) y S 2169-924F del Departamento Técnico de Investigación (DTI), de la Universidad de Chile.
- 2 Presentado en parte, en el XII Congreso de Nutrición de Centro América y Panamá. IV Congreso Nacional de Nutrición. 11-15 Junio 1990. Guatemala C.A., Guatemala.
- 3 Médico Cirujano. Extractado de una tesis como parte de los requisitos para la obtención del Grado de Magister en Planificación en Alimentación y Nutrición. Universidad de Chile. INTA.
- 4 Ayudante Primero. Sociólogo. Licenciado en Sociología. Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar. Universidad de Chile. INTA. Fallecido el 16 de Diciembre de 1991.
- 5 Nutricionista. Magister en Planificación en Alimentación y Nutrición.
- 6 Profesor Asociado. Jefe Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar. Universidad de Chile. INTA

En Chile, si bien diversos investigadores señalan una directa relación entre algunos parámetros antropométricos y el nivel socioeconómico de los educandos, otras investigaciones destacan el hecho que debido a que los chilenos presentan un dimorfismo sexual en su estatura final, probablemente ajeno a los factores ambientales, los factores genéticos desempeñarían un rol importante en la menor talla de la población chilena, en relación a la observada en los países industrializados (5-10).

El Sistema Educacional Chileno, en los Programas Oficiales de Estudio, contempla como objetivo prioritario para la Educación Básica y Media «lograr en el educando un desarrollo físico armónico para desempeñarse adecuadamente en la vida» (11,12). Por otra parte el crecimiento y desarrollo del escolar adquiere especial relevancia, ya que los hallazgos de diversos investigadores confirman una relación directa entre el estado nutricional del niño y su rendimiento escolar (13,14).

Para prevenir el deterioro nutricional y mejorar el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, el Ministerio de Educación de Chile a través de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), ha implementado el Programa de Alimentación Escolar (PAE). Así se pretende ayudar al educando a lograr un estado de salud y nutrición adecuados y favorecer la igualdad de oportunidades frente a la Educación (15).

Estudios anteriores determinaron que los escolares pertenecientes a zonas rurales de la Región Metropolitana de Chile, presentan adversas condiciones socioeconómicas - socioculturales, en comparación con los educandos de zonas urbanas (16). Teniendo presente la realidad planteada, este estudio tuvo como objetivos:

1. Evaluar el estado nutricional del escolar rural de Educación Básica y Media de la Región Metropolitana de Chile, mediante indicadores directos (antropométricos) e indirectos (socioeconómicos y socioculturales).
2. Establecer las correlaciones existentes entre indicadores directos e indirectos.
3. Efectuar un estudio comparativo del estado nutricional actual de los educandos medido a través de parámetros antropométricos, con aquel que presentaban el período 1986-1987.
4. Contribuir a optimizar en alguna medida, el Programa de Alimentación Escolar (PAE), que implementa el Ministerio de Educación a través de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB).

MATERIAL Y METODOS

Localización del estudio y descripción de la muestra: El estudio se realizó durante el primer semestre del año 1989, en la Universidad de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Área de Políticas y Programas, Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar y contempló establecimientos educacionales rurales de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. El universo en estudio estuvo representado por 28.608 escolares del área rural de la Región Metropolitana de Chile, cuyas edades fluctuaron entre 5-18 años y pertenecían a I, II, IV, VI y VIII Año Básico y 1 Año Medio (curso máximo que se impartía el año 1986 en que se seleccionó la muestra). La selección de los cursos antes mencionados se debe a que representan el término de cada uno de los subciclos, al cabo de los cuales el alumno debe haber internalizado una serie de

objetivos perfectamente evaluables. A fin de lograr los objetivos propuestos en el presente estudio, se seleccionó una muestra aleatoria, por etapas múltiples, representativa y proporcional de 651 escolares (2,3 % del universo antes mencionado) según curso, sexo, y de colegios municipalizados (zona rural cordillerana) y particulares no subvencionados (zona rural no cordillerana) y se calculó con un 95 % de confiabilidad y 5 % de error. El estudio en terreno se efectuó el período 1986-1987, en su primera fase, y se realizó una nueva evaluación el año 1989. En ambas evaluaciones, los alumnos fueron encuestados durante el 1er. semestre de los respectivos años, en los meses de Otoño. El año 1989 se encuestó a 488 escolares que representaban al 75 % de la muestra total al inicio del estudio, ya que el 22,4 % se había cambiado de colegio y el 2,6 % había hecho abandono del Sistema Educacional.

Estudio Socioeconómico: El nivel socioeconómico (NSE) se determinó mediante una encuesta diseñada para tal efecto y aplicando la Escala de Graffar Modificado, ampliamente utilizada en el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile. Esta considera, además de la ocupación del jefe de hogar, su nivel de escolaridad y características de la vivienda (calidad, propiedad, abastecimiento de agua, sistema de eliminación de excretas y bienes del hogar (17). La Escala de Graffar Modificado permite estratificar la muestra en 6 categorías: 1= NSE Alto-Alto; 2= NSE Medio-Alto; 3= NSE Medio; 4= NSE Medio-Bajo; 5= NSE Bajo-Bajo y 6= Miseria. Al categorizar en tres estratos se procede de la siguiente manera: NSE Alto (1+2), NSE Medio (3) y NSE Bajo (4+5+6).

Estudio Antropométrico: El estado nutricional se evaluó mediante mediciones de peso (P), talla (T), circunferencia craneana (CC), perímetro braquial (PB) y pliegue cutáneo tricipital (PCT). Se establecieron los porcentajes de adecuación peso para la edad (% P/E), talla para la edad (% T/E) y peso para la talla (% P/T) de acuerdo a las tablas de la OMS, al mismo tiempo que se efectuó la expresión en puntaje Z y percentiles (18). De acuerdo al P/E y P/T, para la estratificación muestral, se consideraron las siguientes categorías: obesidad (>120,0 %; puntaje Z >+2DE), sobrepeso (110,1 % - 120,0 %; puntaje Z entre + 1DE y + 2DE), eutrofia (90,1 % - 110,0 %; puntaje Z entre - 1DE y + 1DE) y desnutrición (≤ 90,0 %; puntaje Z <- 1DE) y en relación a T/E: altos (>105,0 %, puntaje Z >+1DE), talla normal (95,1 % - 105,0 %; puntaje Z entre - 1DE y + 1DE) retraso moderado (90,1 % - 95,0 %; puntaje Z entre <-1DE y -2DE) y retraso severo (≤90,0 %; puntaje Z <-2DE). Los resultados se presentan como porcentaje de adecuación, para facilitar la comparación con estudios previos. El porcentaje de adecuación de la circunferencia craneana para la edad (% CC/E) se calculó utilizando las tablas de Tanner (19). En relación a antropometría braquial, se establecieron los porcentajes de adecuación del perímetro braquial para la edad (% PB/E), pliegue cutáneo tricipital para la edad (% PCT/E), área magra braquial para la edad (% AMB/E) y % área grasa braquial/edad (% AGB/E), en relación a las normas de Frisancho (20). El peso se determinó en una balanza SECA de Precisión Hispana®, con cartabón incorporado para la estatura; la circunferencia craneana y el perímetro braquial se midieron con cinta metálica y el pliegue cutáneo tricipital con calíper Lange de Cambridge Scientific Industries®. Los instrumentos fueron calibrados diariamente y todas las mediciones fueron realizadas por los autores; con fines de estandarización, cada autor se responsabilizó de una determinada medición, la cual fue realizada por él mismo, en toda la muestra.

Análisis estadístico: El análisis estadístico de los datos incluyó análisis de varianza, test de la «t» de Student, para la comparación de medias y el test del chi-cuadrado (21).

RESULTADOS

Comparación entre la situación socioeconómica y sociocultural que presentaban los escolares rurales de la Región Metropolitana entre el período 1986-1987 y 1989. En un trabajo previo se describió ampliamente la situación socioeconómica, sociocultural, familiar y demográfica, que presentaban los escolares de la Región Metropolitana, pertenecientes a zonas urbanas y rurales, durante el período 1986-1987 (16). La Tabla 1 presenta la comparación entre la situación socioeconómica y sociocultural encontrada durante el período 1986-1987 y 1989, en los escolares del sector rural. Tal como se puede apreciar, el 9,2 % pertenecía a NSE medio, 62,3 % a NSE medio-bajo y 28,5 a NSE bajo-bajo, encontrándose el año 1989 una disminución de este último estrato a 21,5 % y un incremento de los NSE medio-bajo y medio a 65,4 % y 13,1 % respectivamente ($X^2=8,411$ 2gl $p<0,02$); no obstante, en el NSE bajo-bajo, sólo el 0,2 % pertenecía a la categoría miseria (22). En lo que respecta a escolaridad de la madre y del jefe de hogar, el nivel de instrucción para ambos, se mantiene sin mayor variación, entre ambos períodos. La persona que ejerce el rol de jefe de hogar, ha experimentado variaciones significativas en ambos períodos, aunque continúa siendo mayoritariamente el padre, función en que la madre y otras personas representan la minoría. En este contexto se observa que en el año 1989 ha aumentado significativamente el rol del padre y disminuido el de la madre u otra persona ($X^2=13,684$ 2gl $p<0,01$). La ocupación del jefe de hogar experimentó significativas variaciones en relación a la que se registraba al comienzo del estudio, período 1986-1987. Al respecto, en el año 1989 se observa una mayor proporción de jefes de hogar que son obreros no especializados y empleados de gradación media, disminuyendo el porcentaje de obreros especializados y de cesantes sin auxilio de cesantía ($X^2=13,974$ 4 gl $p<0,01$). Al analizar las condiciones de vivienda, la calidad de la vivienda de los escolares el año 1989, es significativamente mejor que la que presentaban en el período 1986-1987, ya que se observa una mayor proporción de escolares que habita en casas de buena calidad o poblaciones construidas por empresas, al mismo tiempo que las catalogadas como «mejoras» y autoconstrucciones han disminuido ($X^2=60,891$ 3 gl $p<0,001$). No se observaron diferencias significativas en la tenencia de la vivienda. En relación al sistema de eliminación de excretas, en un porcentaje relevante (11 %) de la población se aumentó la instalación de alcantarillado ($X^2= 11,828$ 1 gl $p<0,001$). El sistema de abastecimiento de agua, no experimentó diferencias significativas entre ambos períodos, aunque sobre el 90 % de los educandos cuenta con agua potable. Es necesario destacar que, en general, la posesión de bienes del hogar no experimentó cambios significativos durante los 2 períodos estudiados. Así, un alto porcentaje de la muestra contaba con televisor blanco y negro (71,8 %) y, en menor escala, televisor a color (34,4 %), equipo modular (40,0 %), máquina lavadora (42,1 %), refrigerador (48,8 %) y automóvil (12,0 %).

TABLA 1

Condiciones socioeconómicas y socioculturales de Escolares de Educación Básica y Media Alta, Región Metropolitana de Chile.

Variables socioeconómicas y socioculturales	Años 1986-1987 y 1989		1989	
	n	%	n	%
Nivel socioeconómico				
Medio	45	9,2	64	13,1
Medio-Bajo	304	62,3	319	65,4
Bajo-Bajo	139	28,5	105	21,5
Total	488	100	488	100
$X^2=8,411$ 2 gl $p<0,02$				
Nivel de escolaridad de la madre				
Analfabetismo	15	3,3	15	3,3
Básica incompleta	299	65,9	300	66,1
Básica completa	65	14,3	65	14,3
Media incompleta	62	13,7	61	13,5
Media completa	13	2,8	13	2,8
Total	454	100	454	100
$X^2= 0,980$ 4 gl NS				
Nivel de escolaridad del jefe del hogar				
Analfabetismo	16	3,6	16	3,6
Básica incompleta	258	57,3	256	56,9
Básica completa	87	19,3	88	19,6
Media incompleta	49	10,9	50	11,1
Media completa y universitaria	40	8,9	40	8,8
Total	450	100	450	100
$X^2= 0,236$ 4 gl/NS				
Jefe de hogar				
Padre	416	87,6	439	92,4
Madre	39	8,2	33	7,0
Otra persona	20	4,2	3	0,6
Total	475	100	475	100
$X^2= 13,684$ 2gl $p<0,01$				
Nivel de ocupación del jefe del hogar				
Empleados de gradación media	1	0,2	9	1,9
Obreros especializados	111	23,4	79	16,6
Obreros no especializados	337	71,0	361	76,0
Cesante con auxilio de cesantía	7	1,4	11	2,3
Cesante sin auxilio de cesantía	19	4,0	15	3,2
Total	475	100	475	100
$X^2= 43,974$ 4gl $p<0,01$				
Calidad de la vivienda				
De buena calidad	1	0,2	46	9,9
Poblaciones: Subsidios, Corvil	101	21,7	114	24,5
Autoconstrucción modesta	306	65,6	284	60,9
Mejora	58	12,5	22	4,7
Total	456	100	466	100
$X^2= 60,891$ 3gl $p<0,001$				
Tenencia de la vivienda				
Propietarios	341	73,0	333	71,3
Arrendatarios	59	12,6	46	9,8
Usufructuarios	35	7,5	40	8,6
Allegados	26	5,6	40	8,6
Toma de sito	6	1,3	8	1,7
Total	467	100	467	100
$X^2= 5,293$ 4gl NS				
Sistema de eliminación de excretas				
Con alcantarillado	137	29,4	187	40,1
Sin alcantarillado	329	70,6	279	59,9
Total	466	100	466	100
$X^2=11,828$ 1gl $p<0,001$				
Sistema de abastecimiento de agua				
Con agua potable	433	90,8	447	93,7
Sin agua potable	44	9,2	30	6,3
Total	477	100	477	100
$X^2=2,871$ 1gl NS				

Evolución del estado nutricional desde el período 1986-1987 y el año 1989: La evolución del estado nutricional de los escolares rurales desde el período 1986-1987 al año 1989 se muestra en la Tabla 2. Al analizar ambos períodos es posible observar que durante el año 1989, el % P/E aumentó y el % T/E disminuyó, aunque las diferencias no fueron significativas, a diferencia de los indicadores % P/T, % CC/E, % PCT/E y % AGB/E ($p < 0,001$), cuyos valores son significativamente mayores que los encontrados en el período 1986-1987. Igualmente significativas resultaron las variaciones del % PB/E y % AMB/E ($p < 0,001$); sin embargo, en éstos la variación fue negativa ya que estos últimos indicadores registraron promedios inferiores a los que presentaron en la etapa anterior.

TABLA 2

Evolución del estado nutricional de escolares rurales de educación básica y media desde el período 1986-1987 al año 1989. Región Metropolitana. Chile.

Parámetros Antropométricos	1986-1987	1989	Test de la «t» de Student
% P/E ¹	93,23 ± 15,70	95,21 ± 16,91	1,846 NS
% P/T ¹	105,34 ± 12,47	108,76 ± 14,81	3,801***
% T/E ¹	95,77 ± 4,27	95,48 ± 4,19	1,043 NS
% CC/E ²	98,13 ± 2,51	100,21 ± 2,92	11,623***
% PB/E ³	95,79 ± 11,35	92,98 ± 10,87	3,847***
% PCT/E ³	82,55 ± 32,31	103,47 ± 39,10	8,875***
% AMB/E ³	102,68 ± 18,26	87,39 ± 16,69	13,299***
% AGB/E ³	81,38 ± 39,84	89,61 ± 42,41	3,043***

Nota: Los resultados expresados como media ± desviación estándar. Número de casos = 464. P/E= peso/edad; P/T= peso/talla; T/E= talla/edad; CC/E= circunferencia craneana/edad; PB/E= perímetro braquial/edad; PCT/E= pliegue cutáneo tricipital/edad; AMB/E= área magra braquial/edad; AGB/E= área grasa braquial/edad.

*** $p < 0,001$ NS= no significativo

1 Estándar Tablas de la OMS (18)

2 Estándar Tablas de Tanner (19)

3 Estándar Tablas de Frisancho (20)

La relación entre el estado nutricional que presentaban los educandos durante el período 1986-1987 y 1989, según % P/E y % P/T, se muestra en la Tabla 3. Al comparar ambos períodos como % P/E, se observa que excepto para eutrofia, en que no se observan variaciones y para desnutrición, las cifras obtenidas en cada categoría del estado nutricional durante 1989, fueron más altas que las registradas en el período 1986-1987. No obstante, las diferencias entre ambos períodos no fueron significativas. El comportamiento de la muestra varió significativamente cuando se comparó según el % P/T ($X^2 = 16,177$ 3gl $p < 0,001$), constatándose en 1989, una disminución en el porcentaje de desnutridos de 8,4% en 1986-1987 a 5,0% en 1989, a la vez que el porcentaje de obesos se eleva considerablemente a 18,8% en 1989, comparado con el 10,3% que se registraba en 1986-1987.

El estado nutricional expresado como % T/E se presenta en la Tabla 4. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la talla de los escolares al comparar ambos períodos, llamando la atención el alto porcentaje de escolares que presenta retraso estatural, tanto en el período 1986-1987 (46,6%) como en 1989 (48,0%).

TABLA 3

Estado nutricional de escolares rurales de educación básica y media, según % Peso/Edad (% P/E) y % Peso/Talla (% P/T)¹. Región Metropolitana de Chile. Años 1986-1987 y 1989

Estado Nutricional	% P/E		% P/T	
	1986-1987 n %	1989 n %	1986-1987 n %	1989 n %
>120 % Obesidad	24 5,2	38 8,2	48 10,3	87 18,8
110,1 % - 120 %				
Sobrepeso	30 6,4	33 7,1	94 20,3	91 19,6
90,1 - 110,0 Eutrofia	194 41,8	191 41,2	283 61,0	263 53,6
≤90 % Desnutrición	216 46,6	202 43,5	39 8,4	23 5,0
Total	464 100,0	464 100,0	464 100,0	464 100

$X^2 = 3,796$ 3gl NS $X^2 = 16,777$ 3gl $p < 0,001$

¹ Estándar Tablas de la OMS (18)

TABLA 4

Estado nutricional de escolares de educación básica y media, según % Talla/Edad (% T/E)¹. Región Metropolitana de Chile. Años 1986-1987 y 1989

% T/E	1986-1987		1989	
	n	%	n	%
>105 % Altos	6	1,2	6	1,3
95,1 % - 105 % Talla Normal	242	52,2	235	50,7
90,1 % - 95,0 % Retraso Moderado	173	37,3	182	39,2
≤90,0 % Retraso Severo	43	9,3	41	8,8
Total	464	100,0	464	100,0

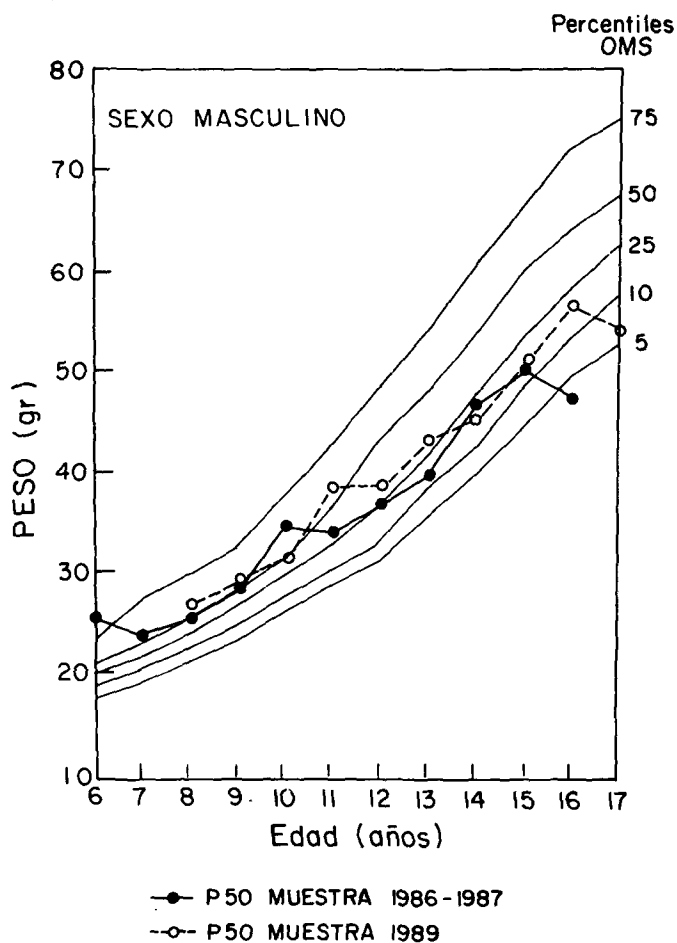
$X^2 = 0,379$ 3gl NS

¹ Estándar Tablas de la OMS (18)

Se constató que el porcentaje de educandos con valores del % CC/E en la media o sobre ésta se incrementó significativamente de 21,8% a 53,7% desde el período 1986-1987 al año 1989, respectivamente, en la misma forma en que, correspondientemente, el porcentaje de escolares con valores bajo la media disminuyó de 78,2% a 46,3% ($X^2 = 107,722$ 3 gl $p < 0,0001$).

Evolución del crecimiento y desarrollo: La evolución experimentada en el peso de los escolares según edad, entre el período 1986-1987 y 1989, se presenta en la Figura 1 y 2 en relación al estándar OMS, para el sexo masculino y femenino, respectivamente. En los educandos de sexo masculino se observa que las medianas de los pesos registrados durante 1989 fueron, en general, superiores a la encontradas en 1986-1987, pero inferiores al patrón de referencia antes mencionado, siendo superiores a este sólo a los 6,7,9 y 10 años en el período 1986-1987 y a los 8,9 y 11 años durante 1989. Un comportamiento similar se observa en la curva de peso de los escolares de sexo femenino, siendo superiores al estándar de la OMS entre los 6 y 9 años durante el año 1986-1987 y entre los 8 y 12 años en 1989.

FIGURA 1
Mediana de peso de escolares rurales de sexo masculino según edad comparada con el estándar de la OMS.
Región Metropolitana. Chile 1986-1987 y 1989



La evolución de la estatura en este mismo grupo de escolares, en iguales períodos y en relación al mismo patrón de referencia se ilustra en Figura 3. Con respecto a la estatura de los escolares de sexo masculino podemos señalar que en ambos períodos, las medianas se encuentran muy por debajo del patrón de referencia, lo que se hace más evidente a partir de los 11 años. Igual situación se percibe para el sexo femenino, en que la curva de estatura se mantiene por debajo del estándar.

De acuerdo al diagrama de acción que establece la relación entre % P/T y % P/E, para los niños menores de 10 años, se constató que son eutróficos el 49,6 %, presenta retraso de talla el 47,5 % y algún grado de desnutrición, el 4,8 % siendo el 1,9 % de ellos desnutridos severos, los que según recomendaciones de Waterlow, requerirían de acciones inmediatas (23).

Estado nutricional según NSE: En la Tabla 5 se presenta la relación entre los diferentes parámetros antropométricos y el NSE de los educandos. En general, se observa que a medida que desciende el NSE, los promedios obtenidos para cada indicador, tienden a disminuir levemente. Sin embargo, la variación registrada no logra ser significativa. La Tabla 6 señala que sólo el estado nutricional expe-

sado como % T/E experimentó significativas diferencias según NSE al comparar escolares con y sin retraso de talla, observándose que ésta empeora a medida que desciende el NSE, ya que en los escolares del NSE medio y bajo-bajo presentaba retraso de talla, el 30,9 % y 51,9 % respectivamente, ($X^2=12,320$ 2 gl $p < 0,01$).

FIGURA 2
Mediana de peso de escolares rurales de sexo femenino según edad comparada con el estándar de la OMS.
Región Metropolitana. Chile 1986-1987 y 1989

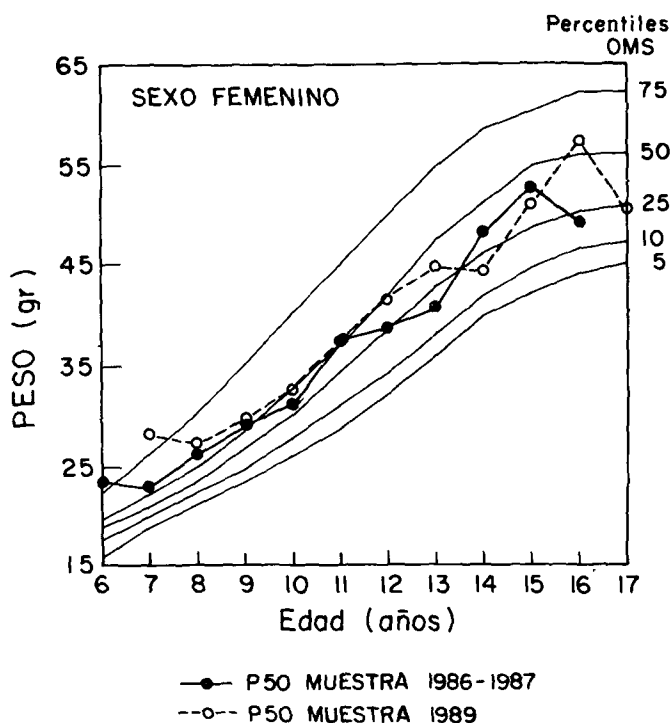


FIGURA 3
Mediana de estatura de escolares rurales según sexo y edad comparada con el estándar de la OMS.
Región Metropolitana. Chile 1986-1987 y 1989

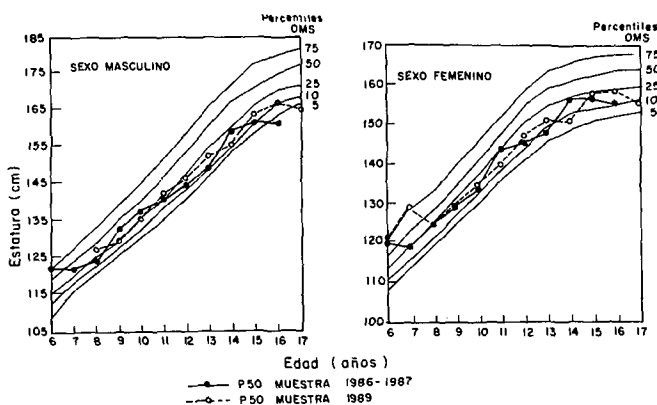


TABLA 5
Parámetros antropométricos de escolares de educación básica y media del área rural, según nivel socioeconómico. Región Metropolitana. Chile, 1989.

Parámetros antropométricos	Nivel Socioeconómico			F
	Medio	Medio-Bajo	Bajo-Bajo	
	% adecuación al estándar			
% Peso/Edad ¹	97,60±15,36 (55)	94,49±17,06 (316)	95,42±16,43 (104)	0,836 NS
% Peso/Talla ¹	108,44±15,59 (55)	107,94±13,81 (316)	110,04±15,93 (104)	0,820 NS
% Talla/Edad ¹	96,54±3,71 (55)	95,44±4,38 (316)	95,32±4,07 (104)	1,922 NS
Relación de Segmentos	1,11±0,05 (55)	1,12±0,06 (316)	1,13±0,06 (104)	2,275 NS
% Circ. craneana/Edad ²	100,27±2,66 (55)	100,24±2,82 (316)	99,99±3,18 (104)	0,316 NS
% Perím. braquial/Edad ³	93,49±11,08 (55)	92,69±11,32 (316)	92,35±10,71 (104)	0,237 NS
% Plieg. cut. tricip./Edad ³	103,25±41,31 (55)	102,89±39,06 (316)	102,69±36,62 (104)	0,433 NS
% Area Magra/Edad ³	88,66±14,57 (55)	87,09±17,74 (316)	86,10±16,99 (104)	0,433 NS
% Area Grasa/Edad ³	90,92±44,72 (55)	88,96±42,93 (316)	87,79±38,14 (104)	0,103 NS

Nota: Los resultados están expresados como media ± desviación estándar. El número de casos se indica entre paréntesis.

1 Estándar Tablas OMS (18)

2 Estándar Tablas de Tanner (19)

3 Estándar Tablas de Frisancho (20)

NS= No significativo

TABLA 6
Estado nutricional de escolares del área rural, según nivel socioeconómico. Región Metropolitana. Chile, 1989.

Estado Nutricional	Nivel Socioeconómico						Total	
	Medio n %	Medio-Bajo n %	Bajo-Bajo n %	Total n %	Total n %	Total n %		
% Peso/Edad								
>120 Obesidad	4 7,3	25 7,9	8 7,7	37 7,7	7 7,2	44 10,0		
110,1-120 Sobrepeso	7 12,7	17 5,4	10 9,6	34 7,2	7 7,2	41 9,4		
90,1-110 Eutrofia	24 43,6	130 41,1	45 43,3	199 41,9	24 43,6	223 50,0		
≤90 Desnutrición	20 36,4	144 45,6	41 39,4	205 43,2	20 36,4	225 50,0		
Total	55 100	316 100	104 100	475 100	55 100	530 100		
% Peso/Talla								
>120 Obesidad	10 18,2	58 18,4	20 19,2	88 18,5	14 25,5	102 22,7		
110,1-120 Sobrepeso	14 25,5	56 17,7	21 20,2	91 19,2	14 25,5	105 22,7		
90,1-110 Eutrofia	27 49,0	186 58,9	60 57,7	273 57,5	27 49,0	300 64,6		
≤90 Desnutrición	4 7,3	16 5,0	3 2,4	23 4,8	4 7,3	27 5,7		
Total	55 100	316 100	104 100	475 100	55 100	530 100		
% Talla/Edad								
>105 T. Excesiva	2 3,6	5 1,6	1 1,0	8 1,7	3 5,5	11 2,4		
95,1-105 T. Normal	36 65,5	157 49,6	49 47,1	242 50,9	36 65,5	278 60,0		
≤95 Retr. Talla:								
90,1-95 R. Moder.	14 25,5	125 39,6	43 41,3	182 38,3	14 25,5	211 45,3		
≤90 R. Severo	3 5,4	29 9,2	11 10,6	43 9,1	3 5,4	52 11,3		
Total	55 100	316 100	104 100	475 100	55 100	530 100		

X²= 12,320 2 g.l. p<0,01

Para el cálculo de X² se consideró escolares con y sin retraso de talla. Estándar Tablas OMS (18).

Estado nutricional según tipo de colegio: No se encontraron diferencias significativas entre los parámetros antropométricos y el tipo de colegio. No obstante, es en los establecimientos municipalizados en donde para todos los parámetros, exceptuando el % PCT/E, los valores promedios fueron más elevados que los consignados en los colegios particulares subvencionados.

Estado nutricional según sexo: Los indicadores antropométricos según el sexo de los educandos se señalan en la Tabla 7. Se observa que, en general, los promedios obtenidos son más elevados en los escolares de sexo femenino, siendo significativamente mayores sólo los porcentajes de adecuación P/T y AMB/E (p<0,001 y p<0,05, respectivamente), en comparación con los escolares de sexo masculino. Tal como se indica en la Tabla 8, para los indicadores % P/E y % T/E no hubo diferencias significativas en el estado nutricional de los educandos según sexo. Sin embargo, fueron significativas las diferencias cuando la relación se estableció para el indicador % P/T (X²=9,217 3 gl p<0,05) encontrándose un mayor porcentaje de obesidad (23,5 %) y sobrepeso (19,2 %) en los educandos de sexo femenino, en comparación con el sexo masculino (13,2 % y 18,5 % respectivamente). Por el contrario, los escolares de sexo masculino presentaban mayores porcentajes de eutrofia (63,0 %) y desnutrición (5,3 %) en comparación con el sexo femenino (53,0 % y 4,3 % respectivamente).

Estado nutricional según edad: En lo que respecta al % P/E, la prevalencia de obesidad disminuyó significativamente con la edad de 10,2 % entre 7-9 años a 4,9 % en el grupo etáreo 16-18 años. Este mismo hecho se observó con el sobrepeso (11,2 % y 0 %, respectivamente) y con la eutrofia (47,6 % 31,7 % respectivamente). La situación opuesta se observó para la desnutrición, la que aumenta significativamente con la edad (31,0 % y 63,4 %, respectivamente) (X²= 30,932 6gl p<0,001). Además, los resultados muestran que para los parámetros % P/T y % T/E, las diferencias no fueron significativas.

Situación nutricional de los beneficiarios rurales del Programa de Alimentación Escolar (PAE): El estado nutricional de los escolares beneficiarios del PAE que ascendían al 13 % de la muestra, comparado con el de los no beneficiarios, tal como se señala en la Tabla 9, no presentó diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a los indicadores % P/E, % P/T y % T/E. Sin embargo, en el grupo de escolares adscritos al programa destacan los porcentajes de obesidad y sobrepeso encontrados, que para el indicador % P/T alcanzan al 12,5 % y 25,0 % respectivamente y, por otra parte, es destacable el hecho que se registrara sólo un 1,5 % de desnutrición en comparación con el 5,3 % de los no beneficiarios. Por otra parte, en el grupo de no beneficiarios, hay un 36,6 % y 9,3 % de escolares con retraso de talla moderado y severo, respectivamente.

TABLA 7

Parámetros antropométricos de escolares de educación básica y media del área rural, según sexo. Región Metropolitana. Chile, 1989.

Parámetros antropométricos	Sexo		«T» de Student
	Hombres	Mujeres	
	% adecuación al estándar		
% Peso/Edad ¹	93,79±15,43 (227)	96,19±17,95 (255)	1,577 NS
% Peso/Talla ¹	106,09±12,21 (227)	110,71±16,23 (255)	3,550***
% Talla/Edad ¹	95,58±4,18 (227)	95,42±4,30 (255)	0,421 NS
% Circ. craneana/Edad ²	100,06±2,73 (227)	100,30±3,03 (255)	0,951 NS
% Perím. braquial/Edad ³	92,39±9,25 (227)	92,95±12,59 (255)	0,569 NS
% Plieg. cut. tricip./Edad ³	102,67±40,61 (227)	103,08±37,13 (255)	0,115 NS
% Area magra/Edad ³	85,06±14,74 (227)	88,69±18,99 (255)	2,357*
% Area grasa/Edad ³	88,68±40,73 (227)	89,09±43,25 (255)	0,107 NS

Nota: Los resultados están expresados como media ± desviación estándar. El número de casos en cada grupo se indica entre paréntesis.

¹ Estándar Tablas OMS (18)

² Estándar Tablas de Tanner (19)

³ Estándar Tablas de Frisancho (20)

*p<0,05; **p<0,001, NS= No significativo

TABLA 8

Estado nutricional de escolares del área rural. Según sexo. Región Metropolitana. Chile, 1989.

Estado Nutricional	Sexo				Total	
	Hombres		Mujeres		n	%
	n	%	n	%	n	%
% Peso/Edad						
>120 Obesidad	15	6,6	23	9,0	38	7,9
110,1-120 Sobrepeso	15	6,6	20	7,8	35	7,3
90,1-110 Eutrofia	95	41,9	105	42,0	200	41,5
≤90 Desnutrición	102	44,9	107	41,2	209	43,3
Total	227	100	255	100	482	100
X ² = 1,396 3 g.l	NS.					
% Peso/Talla						
>120 Obesidad	30	13,2	60	23,5	8	18,7
110,1-120 Sobrepeso	42	18,5	49	19,2	91	18,9
90,1-110 Eutrofia	143	63,0	135	53,0	278	57,7
≤90 Desnutrición	12	5,3	11	4,3	23	4,7
Total	227	100	255	100	482	100
X ² = 9,217 3 g.l.	p<0,05					
% Talla/Edad						
>105 T. Excesiva	4	1,8	4	1,5	8	1,7
95,1-105 T. Normal	115	50,7	130	51,0	245	50,8
≤95 Retr. Talla:						
90,1-95 R. Moder.	90	39,6	95	37,3	185	38,4
≤90 R. Severo	18	7,9	26	10,2	44	9,1
Total	227	100	255	100	482	100

X²= 0,008 1 g.l. NS

Para el cálculo de X² se consideró escolares con y sin retraso de talla.

Estándar Tablas OMS (18).

TABLA 9

Estado nutricional de escolares rurales beneficiarios y no beneficiarios del programa de alimentación escolar. Región Metropolitana. Chile 1989.

Estado Nutricional	Beneficiarios PAE					
	SI		NO		Total	
	n	%	n	%	n	%
% Peso/Edad						
>120 Obesidad	1	1,5	37	8,9	38	7,8
110,1-120 Sobrepeso	3	4,7	32	7,7	35	7,3
90,1-110 Eutrofia	33	51,6	167	39,9	200	41,5
≤90 Desnutrición	27	42,2	182	43,5	209	43,4
Total	64	100	418	100	482	100

X²= 35,622 2 g.l. NS

Para el cálculo de X² se unieron las categorías sobrepeso y obesidad.

% Peso / Talla						
>120 Obesidad	8	12,5	82	19,6	90	18,6
110,1-120 Sobrepeso	16	25,0	75	17,9	91	18,9
90,1-110 Eutrofia	39	61,0	239	57,2	278	57,7
≤90 Desnutrición	1	1,5	22	5,3	23	4,8
Total	64	100	418	100	482	100

X²= 4,698 3 g.l. NS

% Talla / Edad						
>105 Talla Excesiva	0	0	8	1,9	8	1,7
95,1-105 Talla Normal	27	42,2	218	52,2	245	50,8
≤95 Retraso Talla:						
90,1-95 R. Moderado	32	50,0	153	36,6	185	38,4
≤90 R. Severo	5	7,8	39	9,3	44	9,1
Total	64	100	418	100	482	100

X²= 3,140 1 g.l. NS

Para el cálculo de X² se consideró: escolares con y sin retraso de talla (<95 y >95 % T/E).

Estándar Tablas OMS (18)

DISCUSION

La evaluación antropométrica efectuada a los escolares, incluyó indicadores que reflejan el estado nutricional actual y la historia nutricional. Hemos podido constatar que el estado nutricional actual de los educandos rurales de la Región Metropolitana (% P/T) varió significativamente con respecto al que presentaban en el período inicial del estudio, 1986-1987. Tal condición fue determinada por un incremento en la curva de peso observada durante 1989 la que al igual que en el período 1986-1987, a edades tempranas y principalmente en los escolares de sexo femenino, sobrepasa el estándar OMS. No ocurre lo mismo con la evolución de la estatura, la que en ambos períodos y en ambos sexos se encuentra muy por debajo del patrón de referencia, lo que pone de manifiesto un importante retraso de talla en este grupo de escolares (48,0 %); no obstante, a los 6 años de edad, en ambos sexos, las medianas de peso y estatura se ubican aproximadamente en el percentil 75 del estándar de la OMS, lo que indicaría que luego de ingresar al Sistema Educativo, estos escolares de NSE bajo pierden peso y estatura. Este hecho podría deberse a que en Chile, el Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC), atiende a todos los lactantes, embarazadas, nodrizas y preescolares (2-5 años) y que la cobertura del PAE es insuficiente para atender a todos los escolares de extrema pobreza, cuyo hogar es

incapaz de satisfacer los requerimientos alimentarios y nutricionales. Su principal objetivo es ayudar a resolver problemas de ausentismo, repitencia y deserción escolar y, prevenir el deterioro del estado nutricional. El PAE está dirigido fundamentalmente a escolares de Educación Básica de escasos recursos, cuyas edades fluctúan entre 6 y 14 años. La Ración Escuela Básica de desayuno-almuerzo u once-almuerzo aporta diariamente entre 700-800 calorías y 20-22 gramos de proteínas, lo que representa el 33 % de las recomendaciones FAO/OMS/UNU, 1985; por el contrario, los estudiantes de Educación Media reciben meriendas de 350 calorías, en el desayuno u once, el cual corresponde a un programa de reciente creación. Actualmente, el programa reparte diariamente, aproximadamente 650.000 desayunos u onces y almuerzos, en cerca de 7.000 establecimientos educacionales de todo el país (15,24).

La población estudiada correspondía al sector rural de la Región Metropolitana, caracterizada por precarias condiciones socioeconómicas (86,9 % pertenecía a NSE bajo), su situación de aislamiento geográfico, deficientes condiciones de vivienda y de saneamiento básico, al mismo tiempo que aproximadamente el 70 % de los jefes de hogar, eran campesinos, con bajo nivel de escolaridad, los cuales vivían del producto de su trabajo (16). Al comparar la situación socioeconómica y sociocultural que presentaron los escolares rurales durante 1989 con la que tenían al inicio del estudio (período 1986-1987), pudo constatar que la conformación socioeconómica de la muestra que permanece en los establecimientos educacionales ha mejorado. Esta situación estaría determinada probablemente, por una mejor condición laboral de los jefes de hogar como también por condiciones habitacionales más satisfactorias. En este contexto, durante el año 1989 se observaron positivas y significativas variaciones en relación al período 1986-1987, en lo que respecta a la ocupación del jefe de hogar, las que al posibilitar un mayor ingreso, determinaron que este rol fuese desempeñado mayoritariamente por el padre, permitiendo el retorno de la madre al hogar. Por otra parte, las mejores condiciones de viviendas estuvieron dadas principalmente por la obtención de subsidios habitacionales, legalización de tomas de sitio y al progresivo proceso de urbanización que ha experimentado el sector en los últimos años, aumentando ostensiblemente durante el año 1989, la población que tenía acceso a alcantarillado, en comparación con el período 1986-1987.

En el presente estudio hemos podido constatar que, el estado nutricional actual de los educandos (% P/T) mejoró en relación al período 1986-1987, observándose una notoria disminución de la desnutrición elevándose los porcentajes, de eutrofia, sobrepeso y obesidad, producto de un incremento en la curva ponderal, comportamiento que no se observó para la estatura, como se mencionó previamente. No obstante, podría atribuirse este mejoramiento del estado nutricional a las condiciones socioeconómicas y socioculturales más favorables observadas durante el año 1989, pero sería necesario efectuar un seguimiento por varios años para observar en el tiempo el comportamiento del estado nutricional y de las variables socioeconómicas. Sin embargo, estos hallazgos deben interpretarse con cautela, ya que la mayoría de los niños estudiados están en período de desarrollo puberal, lo que podría estar afectando las comparaciones entre ambos períodos (25). Si el desarrollo puberal es más tardío, ocurre un desplazamiento de la curva de peso y talla según edad, lo que queda de manifiesto al analizar los resultados del presente estudio.

Los porcentajes de obesidad y sobrepeso encontrados en la muestra al expresar el estado nutricional como % P/E contrastaron con los valores registrados al expresarlo como % P/T, en el que se

observó una notoria disminución de la desnutrición y aumento de la eutrofia, obesidad y sobrepeso. La población chilena presenta retraso en talla, con respecto a otras poblaciones y como explicación se han consignado diferencias genéticas y étnicas, así como también probables secuelas de desnutrición infantil (7-10, 26-28). Estas características explicarían las diferencias en los porcentajes de desnutrición obtenidos según el indicador % P/E y % P/T, situación que ha sido comunicada por varios investigadores, quienes recomiendan que en aquellas poblaciones que presentan retraso estatural, el estado nutricional sería mejor expresarlo como % P/T y no como % P/E (27-31). El indicador % P/T, refleja el estado nutricional actual, es independiente de la edad, raza y es reconocido por la OMS (18,23). Por otra parte, hay quienes sostienen que con el índice % P/E se encuentra un elevado porcentaje de desnutridos que no lo son según la relación % P/T, y al tratar de rehabilitarlos les podríamos provocar un sobrepeso u obesidad iatrogénica, con las consecuencias fisiopatológicas que ello conlleva. Por el contrario, no se estarían diagnosticando y por lo tanto dejando de tratar, un gran porcentaje de obesos (32).

El estado nutricional de los educandos según los indicadores % P/E y % P/T no estuvo determinado por el NSE al cual pertenecían, como tampoco por el tipo de establecimiento educacional al cual asistían. Este hecho podría explicarse, debido a la gran homogeneidad de la muestra, en relación a la conformación socioeconómica considerando que el 86,9 % pertenece a NSE bajo.

Según el sexo del educando, se registraron diferencias significativas en relación al indicador % P/T, observándose mayores porcentajes de sobrepeso y obesidad en el sexo femenino, cifras que van aumentando con la edad, hallazgo que coincide con lo encontrado por otros autores, quienes señalan que a mayor edad, existe un aumento progresivo del porcentaje de obesidad en la mujer, fenómeno que es más evidente en los estratos socioeconómicos bajos (33,34). Es importante recordar que la etapa puberal y prepupal es uno de los períodos de máxima hiperplasia fisiológica del tejido graso, especialmente en la mujer, y por lo tanto un período de riesgo de producir una obesidad que se puede perpetuar en la vida adulta.

El retraso estatural de los escolares rurales varió significativamente en relación al NSE, verificándose un mayor porcentaje en el NSE bajo-bajo (51,9%), fenómeno que ha sido descrito por otros investigadores (5,26,27,30,35,36).

Las diferencias en el patrón de crecimiento son atribuidas a factores genéticos y étnicos; sin embargo éstas son mínimas durante los primeros años de vida, y se hacen más evidentes a partir de la pubertad (36,37). Por lo tanto el retraso estatural que presentan estos escolares sería consecuencia de un daño nutricional previo o déficit alimentarios, producto de factores socioeconómicos y no tanto de determinantes genéticos. Pero, por otra parte, se ha manifestado que en los NSE bajos, a medida que la desnutrición disminuye, el retraso estatural podría deberse a que comienzan a emerger los factores genéticos (27).

El indicador % CC/E experimentó significativas y positivas variaciones en ambos períodos lo que indicaría, que los escolares que permanecían en el Sistema Educacional el año 1989, presentaron un % CC/E significativamente mayor que el registrado en el período 1986-1987, lo que no ocurrió con el % P/E o con el % T/E. Esto confirmaría que en lo que respecta al estado nutricional, la selectividad del Sistema Educacional se produce a expensas del % CC/E, situación que coincide con nuestros hallazgos previos (38). Al respecto, el % CC/E es el parámetro antropométrico de mayor relevancia en su asociación con el rendimiento escolar e investiga-

ciones previas llevadas a cabo por nosotros, han confirmado la positiva y significativa asociación entre el estado nutricional y el rendimiento escolar (38,39).

No se registraron diferencias significativas en el estado nutricional, en relación al NSE; aunque los valores fueron superiores en los educandos de NSE medio las diferencias no fueron significativas con respecto a los otros estratos, probablemente debido a que el 86,9 % de la muestra, pertenecía a NSE bajo.

En relación a antropometría braquial el número limitado de investigaciones al respecto, dificulta la comparación de los resultados (40). Para la presente muestra se observó una significativa variación al comparar la situación actual con la registrada en la etapa inicial constatándose una disminución en los valores del % PB/E y del % AMB/E y un aumento en el % PCT/E y % AGB/E. Sin embargo, estos parámetros no presentaron diferencias significativas en relación al NSE y al tipo de colegio al cual asistían los educandos; sólo el indicador % AMB/E fue significativamente mayor en los educandos de sexo femenino. La disminución en los valores del % PB/E y % AMB/E podría atribuirse a que la mayor parte de la muestra se encuentra en la segunda fase de crecimiento rápido y a los bajos niveles de actividad física detectados en esta muestra (22).

El PAE está orientado hacia los escolares de extrema pobreza y tienen como objetivo principal ayudar a resolver problemas de ausentismo, repitencia y deserción escolar y prevenir el deterioro del estado nutricional (15,24,41). En la muestra del presente estudio, sólo el 13,0 % eran beneficiarios del PAE, lo que representa una baja cobertura, considerando que el 86,9 % pertenece a NSE bajo. Por otra parte, los escolares rurales beneficiarios del PAE, no presentaron diferencias significativas según el NSE al cual pertenecían, cuando se les comparó con los escolares no beneficiarios, constatándose que los adscritos al programa provenían en su mayoría del NSE bajo-bajo, pero que también los había del NSE medio. Tampoco se registraron diferencias significativas en relación al estado nutricional de estos educandos cuando se les evaluó según los indicadores % P/E, % P/T y % T/E. Sin embargo, cuando el parámetro antropométrico utilizado fue el % P/T, destacan los elevados porcentajes de obesidad y sobrepeso (12,5 % t 25,0 % respectivamente), como también el bajo índice de desnutrición (1,5 %) encontrado en los escolares beneficiarios, en comparación con los no beneficiarios (5,3 %) condición que hace imperativo una mayor rigidez con respecto a los cánones de selección para la asignación del PAE, ya que siendo uno de los objetivos del programa mejorar la condición nutricional del educando, vemos que al menos en esta muestra, los beneficios que otorga dicho programa son entregados a algunos niños que según su condición nutricional actual (% P/T) son considerados obesos o a lo menos con sobrepeso, existiendo un porcentaje de desnutridos que no son partícipes de tal beneficio. En igual sentido, no participa de este beneficio el 87,0 % de los escolares rurales, de los cuales el 36,6 % y 9,3 % presenta retraso de talla moderado y severo, respectivamente. Por lo tanto, estos resultados tienen una gran implicancia en lo que respecta a la selección de los beneficiarios, ya que al parecer, el beneficio debería extenderse a un mayor número de escolares, incluso en el NSE medio, ya que aun en este estrato socioeconómico, la curva ponderal y de crecimiento comienza a descender a partir del ingreso del educando en el Sistema Educativo, una vez que deja de estar cubierto por el PNAC (42).

Durante el período 1986-1987, los escolares rurales presentaron un estado nutricional significativamente más deteriorado que los escolares urbanos, incluso, a igual condición de pobreza (43,44). Sin embargo, los resultados de este estudio han permitido verificar que

existe un mejoramiento en el estado nutricional de la población escolar rural de la Región Metropolitana de Chile, el cual podría ser explicado por el mejoramiento en las condiciones socioeconómicas, pero para poder afirmar con mayor propiedad este hecho, se necesita de un seguimiento de varios años. Las altas cifras de sobrenutrición hacen necesario tomar urgentes medidas para su prevención. Considerando que el 86,9 % de los escolares pertenece a NSE bajo y que el retraso estatural fue elevado (48,0 %), se sugiere ampliar la cobertura del PAE, mediante la utilización de indicadores adecuados, lo cual en último término, tienda a favorecer la igualdad de oportunidades frente a la educación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus sinceros agradecimientos al Ministerio de Educación de Chile, por las facilidades otorgadas para la realización del presente estudio; a la Sra. Viola Lyon por su excelente labor secretarial y computacional, a los señores Juan Ganin y Manuel Soto, por la impresión en offset de las encuestas utilizadas en el presente estudio y a los señores Ignacio Aguilera y Leopoldo Salgado, por el trabajo fotográfico.

REFERENCIAS

1. Cravioto J. Malnutrición, desarrollo mental, conducta y aprendizaje. En: Ambiente, nutrición y desarrollo mental (OPS/OMS, editor) Publicación Científica N° 450. p.28. Washington 1983.
2. Dobbing J. The later development of the brain and its vulnerability. In: Scientific Foundation of Pediatrics. Davis J.A. & Dobbing J. (Ed). Heinemann, London and Saunders, Philadelphia, p.566-577. 1974.
3. Ariza Macías J., Pardo-Téllez F., Mora Parra J.O., Williamson R. y Luna Jaspe H. Estudio seccional de crecimiento y desarrollo de niños y niñas colombianas de dos clases socioeconómicas de los seis a los veinte años. Arch. Latinoam. Nutr. 28:75-90, 1978.
4. Arroyave G., Guzmán MA., y Flores M. El nivel socioeconómico de la familia y la nutrición en el área rural de Centro América y Panamá. Arch. Latinoam. Nutr. 25:47-73, 1976.
5. Barja I., De la Fuente ME., Ballester D., Monkeberg F. y Donoso G. Peso y talla de preescolares chilenos urbanos de tres niveles de vida. Rev. Chil Pediatr. 36:525-529, 1965.
6. Santa María J., Arteaga A., Taucher E y Muñoz M. Peso y estatura de niños chilenos a través de 50 años. Bol. Univ. de Chile. 36:39-43, 1962.
7. Atalah E., Díaz E., Araya J., Arteaga A., Cabellos S., Campos A., Día E., Espinoza M., Fernández M., Vásquez W., Cabrera L., Godoy R., Rosales E., Urteaga C., Barja J., Gallardo V., Gómez E., Hurtado A., Micheli C., Pacheco A., Durán E., Luengo N., Mateluna A., Parra E., Rebolledo A., Araya H., Pak N., Avila S., Camus P., Miranda E. y San Martín F. Evaluación nutricional de una población infanto-juvenil del Area Norte de Santiago. Pediatría 22:227-249, 1979.
8. Valenzuela C.A., Avendaño E. y Díaz E. Comparación de algunos rasgos antropométricos entre escolares del área Hospitalaria Norte de Santiago y algunas Tablas Internacionales. Cuad. Méd. Soc. 14:5-14, 1973.
9. Valenzuela C. Dimorfismo sexual pondoestatural en una población chilena. ¿Evidencia de genes para estatura en los cromosomas sexuales? Rev. Med. Chi. 103:322-326, 1975.
10. Avendaño A., Valenzuela C., Patri A. y Widner E. Estatura, peso y perímetro de brazo de escolares chilenos del Area Norte de Santiago. Estudio transversal de mujeres y varones de 6 a 20 años de edad. Pediatría 19:13-25, 1976.
11. Ministerio de Educación de Chile. Planes y Programas de Estudio para la Educación Media. Revista de Educación N° 79. 1980.
12. Ministerio de Educación de Chile. Planes y Programas de Estudio para la Educación Media. Revista de Educación N° 94. 1982.

13. Pollitt E., Lewis N. Nutrition and educational achievement. Part II. Correlations between nutritional and behavioral test indicators within population where malnutrition is not a major public health problem. *Food Nutr. Bull* 2:33-37, 1980.
14. Pollitt E., y Levis N. Nutrition and educational achievement. Part I. Malnutrition and behavioural test indicators. *Food Nutr. Bull.* 2:32-35, 1980.
15. Chile. Ministerio de Educación. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB). Bases administrativas especiales para la licitación del suministro y servicio de raciones alimenticias de la JUNAEB. 1987-1989. Santiago de Chile. 1989.
16. Ivanovic R. y Ivanovic D. Características socioeconómicas, socioculturales, familiares y demográficas de estudiantes de Educación Básica y Media (Región Metropolitana Chile 1986-1987. *Revista de Sociología* 5:183-201, 1990.
17. Alvarez M.L., Muzzo S. y Ivanovic D. Escala para medición de nivel socioeconómico en el área de salud. *Rev. Med. Chile* 113:242-249, 1985.
18. OMS. Medición del efecto nutricional de programas de suplementación alimentaria a grupos vulnerables. Ginebra, 1980.
19. Tanner J.M. Physical growth and development. In: Ferfar J.O y Arneil G. *Textbook of Pediatrics*. New York Churchill, Livingstone, 1973.
20. Frisancho H.R. News norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J. Clin. Nutr.* 34:2540-2545, 1981.
21. Guilford J.P. y Fruschter B. *Fundamental statistics in psychology and education*. McGraw Hill, Inc. Sixth Edition. USA, 1978.
22. Durán M.C. Impact of nutritional factors over educational achievement and school desertion in rural area. Metropolitana Region. Chile. M.Sc. Thesis. University of Chile, Institute of Nutrition and Food Technology (INTA), 173 pp. 1989.
23. Waterlow J.C. Some aspect of childhood malnutrition as a Public Health Problem. *Br. Med. J.* 4:88-90, 1974.
24. Instituto Libertad y Desarrollo. *Evolución de sectores sociales: educación y salud 1990-1993*. Serie Opinión Social N° 21. Santiago, Chile. 1994.
25. Harlan W.R., Harlan E. y Grillo G.P. Secondary sex characteristics of girls 12 to 17 years of age: The U.S. Health Examination Survey. *J. Pediatrics* 96:1074-1078, 1980.
26. Avendaño A., Valenzuela C., Costa R., Radrigán M.E., Neira M., Samith M.S., Comejo L., González M., Jiménez G. & Jara H. Estudio alimentario de escolares con alta y baja estatura según maduración ósea. Area Norte de Santiago, 1974. *Pediatría* 19:7-11, 1976.
27. Muzzo S., Leiva L. & Zvaighaft A. Calidad de la estatura y del estado nutritivo de escolares de la Región Metropolitana de Chile. *Rev. Chil. Nutr.* 12:185-189, 1984.
28. Waterlow J.C., Buzina R., Keller W., Lane J.M., Nichaman M.Z. y Tanner J.M. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. *Bull. WHO* 55:489-498, 1977.
29. Muzzo S., Burrow R., García H. y González T. Retraso estatural en adolescentes de clase media baja. *Rev. Chil. Pediatr* 54:24-28, 1983.
30. Ivanovic D., Alvarez M.L., Barrera G. y Muzzo S. *Influencia del nivel socioeconómico en el estado nutricional de estudiantes egresados de Educación Básica y Media*. *Rev. Med. Chile* 112:1165-1171, 1984.
31. Cariaga C. y Santana R. Prevalencia de obesidad en escolares del Gran Santiago y evolución controlada de dos métodos de tratamiento. Tesis para optar al grado académico de Magister en Nutrición Humana. Santiago, Universidad de Chile. INTA. 1983.
32. Burrows R., Díaz L. y Muzzo S. Estado nutritivo en adolescentes de clase media y baja. *Rev. Chil. Nutr.* 10:129-138, 1982.
33. Arteaga A., Valiente S. y Santa María I. Obesidad. Un problema nutricional colectivo en Chile? *Rev. Med. Chile* 91:868-871, 1963.
34. Stunkard A., D'Aqualli E. & Fox S. Influence of social class on obesity and thinness in children. *JAMA* 221:579-584, 1972.
35. Monckeberg F., Donoso G., Valiente S. y Arteaga A. Análisis y comentario de la encuesta nutritiva y de las condiciones de vida de la población infantil de la Provincia de Curicó. *Rev. Chil. Pediatr.* 38:522-533, 1967.
36. Montoya C. e Ipíza M. Peso y estatura de preescolares santiaguinos pertenecientes a dos estratos sociales diferentes. *Rev. Chil. Pediatr.* 35:269-277, 1964.
37. Habicht J.P., Martorell R., Yarbrough C., Molina R. & Klein R.E. Height and weight standards for pre-school children. How relevant are ethnic differences? *Lancet* 1:611-615, 1974.
38. Ivanovic D., Olivares M., Castro C. & Ivanovic R. Nutrition and learning in Chilean school age children: Chiles's Metropolitan Region. Survey 1986-1987. *Nutrition*. In press. 1996.
39. Ivanovic D. & Marambio M. Nutrition and education. I. Educational achievement and anthropometric parameters of Chilean elementary and high school graduates. *Nutr. Rep. Int.* 39:983-993, 1989.
40. Ivanovic D. y G. Barrera. Antropometría braquial en escolares adolescentes que egresan de educación básica y media en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. *Rev. Méd. Chile* 58:304-311, 1987.
41. Chile. Oficina de Planificación Nacional (ODEPLAN). Informe Social. Santiago, Chile. 1986.
42. Ivanovic D., Olivares M. e Ivanovic R. Peso y estatura de escolares de la Región Metropolitana de Chile: *Impacto del nivel socioeconómico*. *Rev. Méd. Chile* 119:1322-1333, 1991.
43. Ivanovic R., Olivares M. e Ivanovic D. Estado nutricional en escolares chilenos urbanos y rurales de la Región Metropolitana, 1986-1987. *Rev. Chil. Pediatr.* 61:210-217, 1990.
44. Ivanovic D., Olivares M., Castro C e Ivanovic R. Estado nutricional de escolares en condiciones de pobreza urbana y rural. *Rev. Med. Chile* 123:509-525, 1995.

Recibido: 24-08-1994

Aceptado: 15-06-1996

Crecimiento en talla del lactante chileno de bajo estrato socioeconómico: 1978-1992

Fernando Pizarro ¹, Manuel Olivares ², Eva Hertrampf ² y Tomás Walter ³

Unidad de Hematología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago de Chile

RESUMEN. En Chile, la desnutrición en la infancia se refleja más por el retraso del crecimiento en talla que por la relación peso/edad. Este estudio tiene como objetivo presentar la evolución del crecimiento en talla, entre 1978 y 1992, de lactantes de bajo nivel socioeconómico. De tres estudios de intervención nutricional, se seleccionaron lactantes con peso de nacimiento >3000 g y talla de nacimiento >0,5z. Los lactantes según alimentación láctea se asignaron a: Grupo LV (destete antes del cuarto mes de vida) y el grupo LME (lactancia materna hasta después del sexto mes como única fuente láctea). La talla al nacer de los lactantes LV de la cohorte 1978-80 es de z+0,21 y al año de z-0,65, en promedio perdieron 0,86 z de talla. En cambio, en las lactantes de las cohortes 1982-86 y 1988-92 la talla cae de z+0,15 a z-0,37 (delta=0,52 z) y de z+0,16 a z-0,19 (delta=0,45 z) entre el nacimiento y el año de vida, respectivamente. Similar comportamiento presentan las tallas de los lactantes LME. En las tres cohortes, los lactantes tuvieron un adecuado aporte calórico-proteico, las curvas de crecimientos de peso-para la-talla se mantuvieron por sobre z+0,5 durante todo el primer año de vida. Al analizar las pendientes de las curvas de crecimiento en talla de las tres cohortes se observó una disminución significativa de las pendientes a través del tiempo tanto para los niños LV (p<0,001) como para los niños LME (p<0,001). La prueba de regresión lineal múltiple mostró asociación significativa entre z talla al año y peso de nacimiento (p<0,05), talla de nacimiento (p<0,0001) e índice socioeconómico (p<0,0001). Se concluye que la evolución del crecimiento en talla en el primer año de vida del lactante chileno ha ido mejorando a través del tiempo, principalmente debido a una mejoría del nivel de vida de la población.

SUMMARY. Growth in terms of length of Chilean infants of low socioeconomic stratum: 1978-1992. In Chile infant malnutrition is better reflected by the length/age indicator than by weight/length. In this study we will present the progression of length during the first year of life from the year 1978 through 1992 of infants of low socioeconomic status. We selected healthy infants with >3000 g birth weight and birth length >0,5z. According to type of milk feedings they were defined as CM (cow milk) those who were weaned before 4 months of life and EM (exclusive breast milk) those who continued exclusive breast milk (as only source of milk solids permitted) past 6 months. Infants CM of the 1978-80 cohort had a length at birth z+0,21 reaching 1 year with z-0,65, a loss of 0,86 z. Infants from the cohorts of 1982-86 and 1988-92 fell from z+0,15 to z-0,37 (a loss of -0,52 z) and +0,16 to -0,19 (a loss of -0,45 z) between birth and 12 months respectively. EBM infants length also fell significantly (Δz : -1,12, -0,69 and 0,59 respectively). Protein-calorie nutrition was adequate confirmed with weight/age or length/weight curves with means of +0,52 throughout the first year. Analysis of the length curves by regression shows that the slopes of the 3 cohorts are significantly different (<0,01) for CM and EBM favoring the most recent cohorts. Multiple regression analysis identified associations of length at 1 year with birth weight (p<0,05), birth length (p<0,01) and socioeconomic index (p<0,01). We suggest that there is an improvement in the trend of Chilean infants growth in length for the past 20 years, likely due to improvement in socioeconomic level.

INTRODUCCION

En Chile, actualmente la desnutrición se refleja mejor por el retraso de crecimiento en talla que por la relación peso/edad, aun cuando los recién nacidos tienen tallas promedios similares a los establecidos por patrones NCHS (1). Al producirse déficit de talla por deficiencias de nutrientes, morbilidad infecciosa a repetición, daño crónico de la mucosa intestinal, deprivación psicoafectiva y otras patologías específicas, hace que éste parámetro sea un importante marcador de la adversidad ambiental y por lo tanto de la calidad de vida (2-5).

La talla baja a nivel poblacional se asocia a un compromiso del desarrollo cognitivo (6), a una menor masa muscular y a una disminución de la actividad física (7). En el sistema escolar, los niños con talla baja obtienen menores puntajes en pruebas de conocimientos que los niños de talla normal (8). Esto implica un deterioro en la

productividad laboral tanto para los trabajos manuales intelectuales. Para la mujer, una talla baja le significa más riesgos obstétricos durante el parto y un mayor riesgo de retraso de crecimiento fetal continuándose de esta manera el ciclo de la desnutrición que compromete a generaciones sucesivas (9).

En el marco del «Plan de la Infancia», Chile se ha comprometido a disminuir a 20% el porcentaje de niños en edad escolar con déficit de crecimiento en talla (<-z1) para el año 2000 (10). Para que esto ocurra deben aportarse todos los antecedentes que se encuentren disponibles para cumplir con este objetivo.

Este trabajo tienen como propósito presentar los cambios en los patrones de crecimiento en talla durante el primer año de vida de lactantes chilenos de bajo nivel socioeconómico entre 1978 y 1992.

MATERIAL Y METODOS

De tres estudios de intervención nutricional realizados entre 1978 y 1992 (11-13), en Santiago, se seleccionaron lactantes con pesos de nacimiento igual o mayores a 3.000 g, con tallas de nacimiento mayores a puntajes z de -0,5 y con más de 7 de las 12 evaluaciones antropométricas mensuales realizadas ± 7 días del cumple

1 Tecnólogo Médico, Profesor Asistente
2 Médico, Profesor Asociado
3 Médico, Profesor Asociado, Jefe de Unidad.

meses del lactante. Los estudios eran de tipo longitudinal y prospectivos, y tenían como objetivo medir el efecto de alimentos fortificados con hierro sobre el estado de nutrición de hierro de los lactantes. Al aplicar la prueba de regresión lineal múltiple se encontró asociación entre fortificación con hierro y crecimiento por lo tanto los lactantes asignados a los grupos con fórmulas fortificadas con hierro fueron excluidos del análisis.

Los lactantes de los grupos controles de los tres estudios (recibieron leche no fortificada con hierro) fueron clasificados de acuerdo al tipo de alimentación láctea: Leche de vaca (LV): aquellos que introdujeron más de 200 ml de leche de vaca/día antes de los cuatro meses de edad; y los Lactancia Materna Exclusiva (LME): aquellos que recibieron leche materna como única fuente láctea hasta después de los 6 meses de edad. Los lactantes que tuvieron lactancia mixta (leche de vaca >200 ml/día y leche materna), entre los 4 y 6 meses de edad, fueron excluidos del estudio.

Todos los lactantes eran beneficiarios de un programa de asistencia nutricional llamado «Programa Nacional de Alimentación Complementaria» (PNAC), que tiene una cobertura de más de 80% de los niños chilenos bajo dos años de edad. El programa establece que a partir de la confirmación del embarazo, la madre recibe dos kilos/mes de leche entera de vaca en polvo (26% MG) no fortificada con minerales o vitaminas, en forma gratuita. Luego del parto, a la madre se le continúa entregando la misma cantidad de leche para estimular la lactancia materna. Sólo al destete espontáneo o bajo indicación médica, al niño se le alimenta con leche de vaca. El tipo de alimentación del lactante es registrado mensualmente en el control de niño sano. Además los lactantes fueron visitados en el domicilio, por enfermeras o nutricionistas a lo menos una vez al mes, para verificar el tipo de alimentación, establecer la introducción de alimentos y la ocurrencia de episodios respiratorios y de diarrea (14). Por norma se introduce jugos de frutas a los 3 meses de edad, sopa de carne y verduras a los 4 meses, legumbres y huevo a los 9 meses y alimentos de la mesa a partir de los 10 meses de edad. Se estableció a través de la encuesta socioeconómica, Graffar modificado, que las familias de los lactantes pertenecían a un estrato socioeconómico bajo, esta encuesta considera número de personas en el hogar, actividad, previsión y nivel educacional del jefe del hogar; tipo y situación legal de la casa; promiscuidad; disponibilidad de agua, electricidad y extracción de basuras; y equipamiento del hogar (15), además se introdujo nivel de educación materna. A los lactantes, entre otras variables, se les consignó peso y talla al nacer, y antropometría mensual realizadas en el consultorio con instrumentos semanalmente estandarizados. Se utilizó un peso de 5 kg para controlar la balanza (sensibilidad 10 g) y una huincha metálica para verificar el infantómetro (sensibilidad 0,5 cm), las mediciones las realizó un mismo médico por estudio.

Estudio 1978-1980 (11): Los lactantes de este estudio no tenían restricción de ingreso. A todas las madres de los lactantes se les entregó leche en polvo (26% MG) no fortificada. De acuerdo a los criterios establecidos, no fueron considerados en el análisis un 23% de los lactantes por haber tenido lactancia mixta, un 27% por tener peso de nacimiento menor a 3000 g y/o talla de nacimiento menor a -0.5 de z, y un 15% por tener menos del 70% de las evaluaciones antropométricas programadas. De este estudio se analizaron 170 lactantes LV y 133 LME.

Estudio 1982-1986 (12): Más de doscientos lactantes fueron aleatoriamente asignados a 2 grupos dependiendo del tipo de alimentación láctea a los 4 meses de edad. A todas las madres de los

lactantes se les entregó leche en polvo que habitualmente entrega el PNAC. Del total de lactantes, un 32% tuvieron lactancia mixta y un 14% pesos de nacimiento menor a 3000 g y/o talla de nacimiento menor a -0.5 de puntaje z. Se analizaron 74 lactantes LV y 94 LME.

Estudio 1988-1992 (13): 120 lactantes que introdujeron lactancia artificial antes de los 4 meses de edad recibieron, a cambio de la leche del PNAC, una fórmula elaborada con leche entera modificada sin hierro, en polvo, que tenía adicionada entre otros nutrientes 40 mg de ácido ascórbico, 2.5 mg de zinc como acetato, 0.45 mg de cobre como sulfato, 32 µg de yodo como yoduro por 100 g seco (16), más un cereal de arroz no fortificado (Gerber Inc, Fremont MI, USA). Otros 120 lactantes que a los 4 meses aun eran alimentados con lactancia materna exclusiva sólo se les entregó el cereal de arroz no fortificado para ser ingerido en papillas. Del primer grupo se analizaron 115 lactantes destetados antes de los 4 meses de edad (LV) y del segundo 84 lactantes con alimentación materna exclusiva por más de 6 meses (LME).

De las bases de datos se seleccionaron las siguientes variables del lactante: fecha de nacimiento, sexo, fecha de introducción de lactancia artificial, fecha de término de lactancia materna; índice socioeconómico (ISE); número de episodios respiratorios/lactante/año y número de episodios de diarreas/lactante/año registrados en terreno; peso y talla de nacimiento; fechas y mediciones de peso y talla de cada evaluación antropométrica.

De la diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de introducción de lactancia artificial se calculó la duración de Lactancia Materna Exclusiva (LME) y con la fecha de término de lactancia materna se calculó la edad de destete. A partir de la fecha de nacimiento y de la fecha de control antropométrico se calcularon las edades de los lactantes. El programa ANTHRO (17) calculó los puntajes z de peso-para la-edad, talla-para la-edad y peso-para la-talla, de acuerdo al patrón de crecimiento del NCHS (18). Se utilizó el puntaje z ya que estima crecimiento en forma estandarizada y posibilita la comparación entre estudios (19).

Para el análisis de los resultados se utilizaron las pruebas de ANOVA, t de Student «dos colas», análisis de covarianza de las regresiones lineales y regresión lineal múltiple.

RESULTADOS

Las características generales de los lactantes estudiados se muestran en la Tabla 1. El promedio de peso y talla al nacimiento no mostró diferencias entre las cohortes de niños. Con respecto a distribución por sexo hubo una proporción similar de lactantes de sexo femenino y masculino. El índice socioeconómico (ISE) resultó significativamente menor en el período 1978-80 en 6 puntos, tanto en el grupo LV como en el grupo LME, con respecto a las otras dos cohortes. Los episodios respiratorios y de diarrea aumentaron significativamente con el tiempo, tanto en el grupo LV como LME. En el grupo LV de 2,9 episodios respiratorios/año en 1978-80 a 4.9 en la actualidad ($t=6.39$, 286, $p<.001$) y de 2.9 a 4.4 episodios respiratorios/año en el grupo LME ($t=4.30$, 246, $p<.001$). Un 47.8%, 39.3% y 37.4% de los lactantes alimentados con leche de vaca destetaron antes de los 60 días, para los estudios 1978-80, 1982-86 y 1988-92 respectivamente ($\chi^2=NS$). En el otro grupo, un 71.8%, 63.9% y 62.7% de los lactantes tuvieron más de 7 meses alimentados con lactancia materna como única fuente láctea, para las mismas cohortes ($\chi^2=NS$).

TABLA 1
Características generales de los lactantes estudiados

Lactantes alimentados con leche de vaca	Estudio 1978/80	Estudio 1982/86	Estudio 1988/92	ANOVA F,p
N	170	74	124	
Peso nacimiento (g)	3400±330	3462±337	3466±433	1.4, NS
Talla nacimiento (z)	0.21±0.99	0.15±0.58	0.16±0.73	0.2, NS
Sexo (% masculino)	50.9	51.8	53.3	
ISE	28±6	33±8	34±5	33.1p>.001
Episodios respiratorios/año	2.9±2.3	5.1±2.7	4.9±2.2	26.6,p>.001
Episodio de diarrea/año	0.9±1.3	1.9±1.7	1.7±1.8	11.5,p>.001
Duración LME (%<60 días)	47.8	39.3	37.4	2.89*, NS
Lactantes con lactancia materna exclusiva				
N	133	94	84	
Peso nacimiento (g)	3445±318	3462±337	3490±357	0.6, NS
Talla nacimiento (z)	0.35±0.83	0.31±0.74	0.30±0.58	0.1, NS
Sexo (% masculino)	50.4	50.1	51.9	
ISE	27±6	33±7	33±5	35.2p>.001
Episodios respiratorios/año	2.9±2.0	4.6±3.0	4.4±2.5	15.2,p>.001
Episodio de diarrea/año	0.9±1.2	2.0±1.9	1.7±2.0	12.3,p>.001
Duración LME (% >270 días)	71.8	63.9	62.7	2.93*, NS

*Chi² test

Las Figuras 1 y 2 muestran las curvas de promedios de crecimiento en talla/edad y peso/talla, expresada en puntaje z, de las 3 cohortes estudiadas. Las desviaciones estándares (DE) de dichos promedios fueron similares en todos los grupos, al nacimiento fueron de 0.60 DE aumentando progresivamente hasta llegar a 1.00 DE al año de vida.

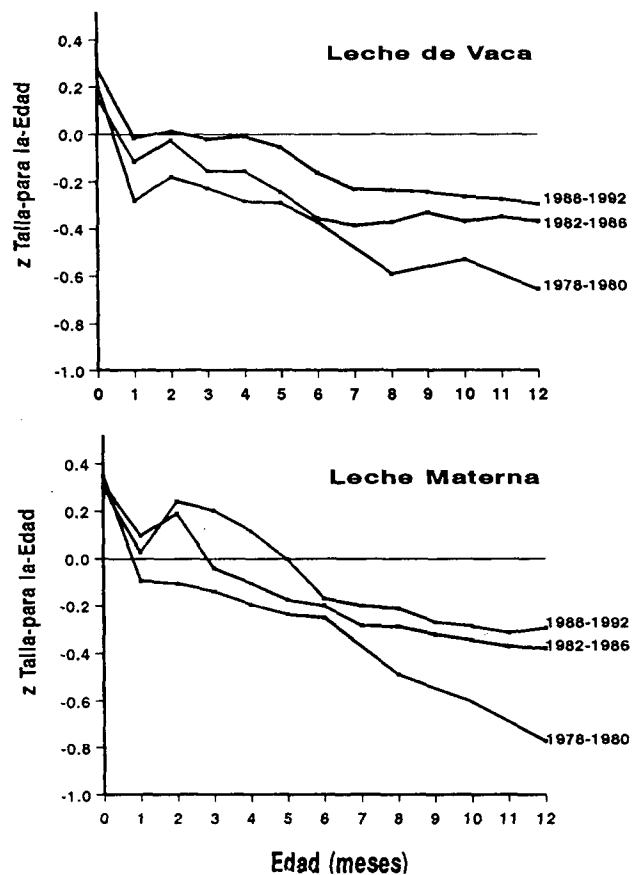
La Figura 1 muestra las curvas de crecimiento en talla para la edad de los lactantes LV. Las tallas de los niños nacidos en el período 1978-80 caen en el primer mes de vida de z+0.21 a z-0.28 para luego recuperarse y mantenerse alrededor del eje de z-0.25 hasta los 5 meses, edad en que el 100% de los lactantes son alimentados con alimentación artificial y cuya velocidad de crecimiento en talla se desacelera hasta llegar a z-0.65 a los 12 meses de edad. En total este grupo de lactantes pierde 0.86 z de talla en promedio en el primer año de vida. Por otra parte, la talla del grupo de lactantes nacidos en 1982-86 sólo cae de z+0.15 a z-0.11 en el primer mes de vida, recuperan talla a los dos meses y progresivamente disminuyen su z de talla hasta los 7 meses, edad en que se establecen en alrededor de z-0.35 hasta abarcar el año de vida (z-0.37), en suma la talla disminuye en 0.52 z entre el nacimiento y los 12 meses de edad. Distinto es el comportamiento que tiene la curva de talla de los lactantes nacidos en 1988-92, la talla cae de z+0.16 a z-0.01 al mes de vida y se mantiene cerca del eje de z 0 hasta los 5 meses, edad en que se desacelera la velocidad de crecimiento hasta llegar a z-0.29 al año de vida, en total este grupo de lactantes pierde alrededor de 0.45 z en el primer año de vida, la mitad que el grupo nacido en 1978-80.

Las curvas de crecimiento en talla de los lactantes LME (Figura 1) nacidos en 1978-80 es muy similar a la de los lactantes LV nacidos en la misma época. La talla cae progresivamente de z+0.35 a z-0.09 entre el nacimiento y el primer mes de vida luego se mantiene cerca del eje de z-0.2 hasta los 6 meses, edad en que se desacelera aun más

la talla hasta llegar a z-0.77 al año de vida. Estos lactantes disminuyen su talla en 1.12 z. Distinto es el comportamiento de los lactantes LME nacidos en 1982-86, los cuales nacen con tallas de z+0.31 se mantienen por sobre z 0 hasta los 3 meses, edad en que desacelera su crecimiento en talla hasta llegar a z-0.38 a los 12 meses. Mejor aun es el comportamiento de la curva de crecimiento de los lactantes LME nacidos en 1988-92 que nacen con talla z+0.30 se mantienen por sobre el eje z 0 hasta los 5 meses, edad que cruza el eje z 0 y disminuye la velocidad de crecimiento hasta llegar a z-0.29 al año de vida. Se destaca que los lactantes LME de cada cohorte termina con una talla similar al grupo LV correspondiente.

FIGURA 1

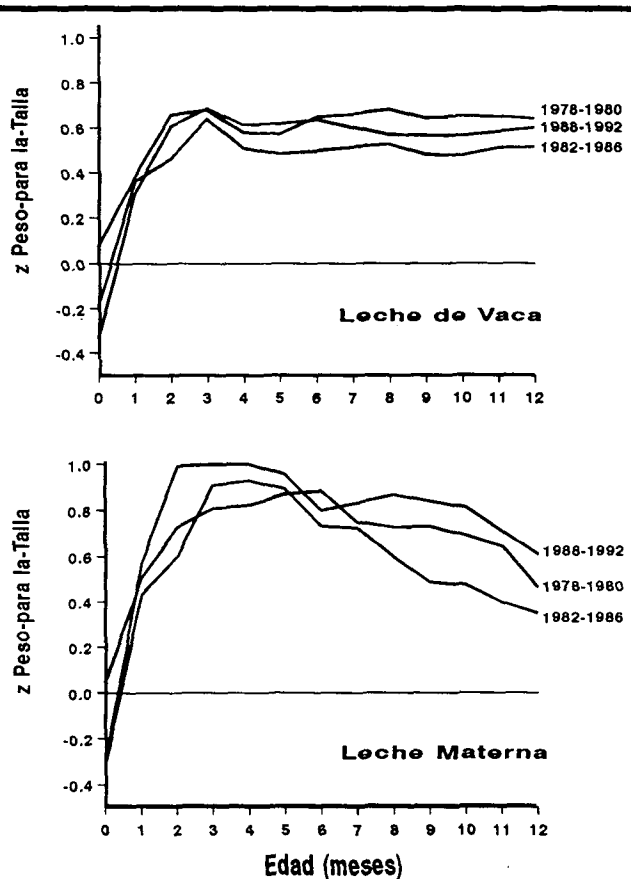
Evolución de las curvas de crecimiento en talla -para la- edad, expresada en puntaje z del patrón NCHS, de lactantes chilenos de estrato socioeconómico bajo, entre 1978 y 1992. Los lactantes alimentados con leche de vaca (arriba) destetaron antes de los cuatro meses de edad. Los lactantes alimentados con leche materna (abajo) tuvieron seis o más de lactancia natural.



En la Figura 2, como comparación, se muestran las curvas de crecimiento expresadas como z de peso/talla tanto del grupo LV como de LME. Se puede observar que el peso para la talla del grupo LV aumenta en los dos primeros meses de vida para mantenerse en el eje z+0.6 hasta el año de vida. En cambio el grupo LME aumenta su peso para la talla hasta llegar a z+1.0 a los 2 meses de vida mantenerse en ese eje hasta los 6 meses de vida y luego caer hasta z+0.6 al año de vida.

FIGURA 2

Curvas de crecimiento peso-para la- talla, expresada en puntaje z del patrón NCHS, de lactantes chilenos de estrato socioeconómico bajo, entre 1978 y 1992. Los lactantes alimentados con leche de vaca (arriba) destetaron antes de los cuatro meses de edad. Los lactantes alimentados con leche materna (abajo) tuvieron seis o más meses de lactancia natural.



Al analizar las pendientes de las crecimiento en talla de los tres estudios, a través de la prueba de las covarianzas de las regresiones lineales, se observa una disminución significativa de las pendientes a través del tiempo tanto para los niños LV ($F \text{ slope}=19.1, (2,30), p<0.001$) como para los niños LME ($F \text{ slope}=17.0, (2,30), p<0.001$).

Al aplicar la prueba de regresión lineal múltiple no se encontró asociación de sexo, duración de lactancia materna exclusiva, número de episodios de diarrea y número de episodios de morbilidad respiratoria con z de talla a los 12 meses de edad. Hubo asociación significativa entre z talla a los 12 meses de edad y peso de nacimiento ($\beta=0.002, SE=0.001, t=1.98, p<0.05$), talla de nacimiento ($\beta=0.34, SE=0.06, t=5.45, p<0.0001$) e índice socioeconómico ($\beta=0.026, SE=0.006, t=3.98, p<0.001$). Al clasificar a los lactantes de acuerdo al ISE (ISE muy bajo, ISE bajo, ISE medio-bajo) se encontró que la pendiente de la curva de crecimiento del grupo ISE muy bajo se negativizaba significativamente más que los otros dos grupos ($F \text{ slope}=8.07, (2,30), p<0.05$). Además, los promedios de z de tallas difirieron significativamente a partir de los 6 meses de edad ($F=6.26, (2,649), p<0.005$) hasta llegar a un $F=10.24 (2,649) p<0.001$ a los 12 meses de edad.

DISCUSION

En la actualidad, en Chile los problemas nutricionales se asocian más a un déficit de crecimiento en talla, a una sobrealimentación calórica, y a hábitos alimentarios y de vida que no promueven la salud que a una desnutrición calórica-protéica. En Chile, se ha disminuido la desnutrición materna e infantil por un inadecuado aporte de proteínas y calorías. Sin embargo, el retraso en talla de los niños y niñas de estrato socioeconómico medio-bajo y bajo, se mantiene en una proporción anormal (20-21).

El estado de nutrición de la madre es el primer antecedente a tomar en cuenta al investigar factores de riesgo de talla baja. En una cohorte de 4000 nacidos vivos en Santiago (1), se pudo constatar que las madres presentaron tallas promedio de 156 cm. El promedio de talla de nacimiento de los recién nacidos de término (RN), sin morbilidad materno-infantil fue de $z 0$ y el peso de $z+0.25$. Un 15.3% de los RN nacieron con tallas menores a -1 DE. Las madres con tallas por debajo del cuartil ($Q1=152$) tuvieron un 20.3% de recién nacidos con talla menor a -1 DE versus un 12.2% de recién nacidos de madres con tallas superiores a 160 cm. Esta información prueba que los lactantes chilenos nacen con una talla promedio similar al patrón del NCHS y que esta distribución de tallas es normal. Otro aporte que nos hace este estudio es que las madres con tallas menores de 152 cm tiene un mayor porcentaje de recién nacidos con déficit de talla que las madres con tallas mayores a 160 cm.

En nuestro estudio queda demostrado que lactantes de nivel socioeconómico medio-bajo altamente seleccionados, aun cuando nacen con tallas superiores a la norma NCHS desaceleran su crecimiento hasta llegar a tener estaturas promedio, al año de vida, por debajo de la curva patrón. Este comportamiento en el crecimiento en talla no es debido a un déficit calórico proteico pues todos los lactantes muestran promedios de peso/talla pro sobre $z+0.5$.

La disminución de la velocidad de crecimiento y el cambio de su intensidad también lo describen otros investigadores chilenos. Bondi y cols (22), en 1989-81, estudian el efecto del peso de nacimiento sobre el crecimiento de lactantes de bajo estrato socioeconómico. Los niños con PN entre 3000 y 3500 g crecieron un promedio de 24 cm en el primer año de vida, al analizar la misma información con puntajes z del patrón de referencia de talla del NCHS se observa que los niños nacen con $z-0.29$, puntaje que decrece hasta llegar a $z-0.60$ al año de vida. Jaimovich y cols (23) estudian el crecimiento de niños de nivel socioeconómico medio con PN superiores a 2500 g, y lactancia materna exclusiva mayor a 6 meses, estos lactantes nacen con talla promedio de $z-0.23$, luego a medida que los niños crecen la talla decae hasta llegar a $z-0.41$ a los 8 meses de edad, posteriormente la curva varía erráticamente producto de la pérdida de sujetos en el seguimiento.

Otros dos trabajos proponen patrones de crecimiento para el niño chileno. Patri y cols (24) realizan un estudio longitudinal de niños, de bajo nivel socioeconómico (beneficiarios del PNAC), que nacieron entre 1974 y 1976 y con un peso al nacer entre 2500 y 4500 g, los lactantes de sexo masculino presentaron tallas promedios de $z-0.43$ y los de sexo femenino de $z-0.26$. La curva de los lactantes de sexo femenino cae en el primer mes de vida a $z-0.46$ y declina levemente su velocidad de crecimiento hasta llegar a $z-0.64$ a 12 meses de edad, situación similar ocurre con la curva de crecimiento de los varones, al año de vida estos llegan a tener un z de -0.85 . Las curvas de crecimiento en talla de estos lactantes son similares al patrón francés de Sempé (25), sin embargo, muy inferiores a las

curvas norteamericanas (18). Youlton y Valenzuela (26), en un estudio semilongitudinal con datos de consultas, realizadas entre 1983 y 1987, proponen un patrón de crecimiento a partir de datos de una población de estrato socio-económico medio-alto de Santiago. Un 61,9% de los niños son de origen chileno-español y el resto de origen europeo. En este estudio los varones nacen con z de talla de +0.26, luego decae a z 0 al mes de vida acelera el crecimiento en talla a partir del tercer mes de edad para en forma sostenida aumentar su velocidad hasta llegar a un z +0.38 al año de edad. Las mujeres de talla de nacimiento de z 0 aumentan su velocidad de crecimiento hasta llegar a z +0.33 al tercer mes y luego mantenerse en el eje z +0.2 y terminar con z +0.2 y terminar con z +0.26 al año de vida. Los resultados de este estudio muestran que el crecimiento en talla de niños de estrato socioeconómico medio-alto y alto es mayor al patrón NCHS y difiere su comportamiento con la talla de niños de nivel socioeconómico bajo.

Si bien la gran mayoría de los autores explican el comportamiento de la curva de crecimiento del lactante chileno aludiendo principalmente a factores genéticos, no deja de ser importante la influencia de factores ambientales. Este estudio deja en evidencia que el comportamiento del crecimiento en talla en nuestro país ha evolucionado favorablemente como lo demuestra el análisis de la covarianza de las regresiones lineales. En el estudio 1978-80, los lactantes LV y LME disminuyeron su talla entre el nacimiento y el año de vida en 0.86 y 1.12 z respectivamente. En 1982-86 estas cifras son de 0.52 y 0.69 z y en 1988-92 de 0.45 y 0.59 para LV y LME respectivamente.

Hay que destacar que recientemente, expertos de la OMS (27), en un estudio colaborativo sobre evaluación del crecimiento de lactantes alimentados con LME en países desarrollados, revelan que los lactantes alimentados con LME crecen más rápidamente en los 2 primeros meses de edad y menos rápidamente entre los 3 y 12 meses, cuando se les compara con el patrón de referencia del NCHS. Aunque los mismos autores reconocen ciertas limitaciones en la muestra de lactantes estudiados, en esta investigación los lactantes alimentados con LME de las cohortes 1982-1986 y 1988-1992 presentan curvas de crecimiento en talla similares a las del grupo de expertos de la OMS.

Existen variados factores determinantes del crecimiento en el primer año de vida: antropometría al nacimiento, estado socioeconómico, habilidades cognitivas de la madre, estado mental de la madre, relación marital, morbilidad, tipo de alimentación, etc. (5). En este estudio de lactantes altamente seleccionados, por defecto, factores como la antropometría al nacimiento y el tipo de alimentación láctea no juegan un rol importante. A los 12 meses de vida alrededor del 30% de los lactantes, de las 3 cohortes, presentó anemia ($Hb < 110$ g/L). Si bien el análisis múltiple de regresiones simples mostró que la fortificación con hierro se relacionaba con crecimiento en talla, al comparar las curvas de crecimiento de los lactantes no fortificados, entre los anémicos y no-anémicos no mostraban diferencias significativas. Por otra parte sólo en estudios de poblaciones con alta prevalencia de anemia por deficiencia de hierro se ha demostrado el efecto de la suplementación con hierro sobre el crecimiento en talla. Chwang et al (28) en un estudio de suplementación con hierro y zinc en niños anémicos encuentra a las 12 semanas de suplementación que los niños anémicos incrementan su talla de 132.1 a 132.7 cm versus 135.3 a 135.6 cm del grupo placebo.

La morbilidad infecciosa determinante del crecimiento de niños en países con altos promedios de episodios de diarrea (2-3, 29-30) no ejerce un efecto significativo en el crecimiento en talla de nuestros

lactantes; primero porque son pocos los episodios de diarrea por lactante por año y segundo porque son de corta duración (la madre recurre a consultar gratuitamente cuando el episodio se prolonga). El aumento significativo de los episodios respiratorios entre los años 78-80 versus los otros dos períodos posteriores es posible que se debe al aumento de la contaminación ambiental, Santiago ha aumentado entre 1980 y 1988, en un 50% la locomoción colectiva y un 30% su parque automotriz (30).

En resumen, parecen existir tres factores que influyen en la evolución favorable de la curva de crecimiento en talla del lactante chileno: a) el tipo de intervención, b) el contenido de zinc de los alimentos entregados y c) el mejoramiento del nivel de vida de la población chilena. En el estudio 1978-80 los lactantes se visitaron mensualmente por una enfermera, en el estudio 1982-86, las visitas fueron semanales y en el estudio 1988-92 las realizó una nutricionista. Super et al (31), en un estudio prospectivo de intervención nutricional y psicosocial demostró que las visitas domiciliarias reducían el retardo severo del crecimiento aunque marginalmente reducían el porcentaje de niños con talla baja. Con respecto al zinc, si bien se ha demostrado un impacto positivo del suplemento de zinc en el crecimiento de niños varones de países desarrollados, pequeños para la edad y deficientes en zinc (32), los estudios realizados en países en desarrollo son controversiales. Dirren y cols (33) suplemento con 10 mg Zn/día a niños de 12-48 meses de edad, habitantes de la región andina del Ecuador, donde la prevalencia del déficit de talla es de 67% y el porcentaje de anémicos de 65%, después de 15 meses de tratamiento los hombres y las mujeres aumentaron 1 y 0.6 cm más que el grupo placebo respectivamente ($p < 0.05$). Por otro lado, Bates y cols (34) en un estudio de suplementación con zinc en una región de Gambia donde la talla baja es altamente prevalente no encontró diferencias en talla entre los niños suplementados con Zn y los placebos. En nuestros estudios, en los protocolos de 1978-80 y 1982-86 los alimentos entregados a los lactantes no contenían suplementos de zinc. Sin embargo en el estudio 1988-92 tanto la fórmula como el cereal estaban fortificados con este mineral (2.5 y 2.0 mg Zn/100 g seco respectivamente), los lactantes destetados consumieron un promedio de 90 g de fórmula y 30 g de cereal, y los lactantes alimentados con lactancia materna exclusiva sólo 25 g de cereal.

En nuestros estudios, el único factor que ejerció un efecto significativo sobre la favorable evolución del crecimiento en el primer año de vida fue el leve mejoramiento del nivel socioeconómico de la población beneficiaria del PNAC. Para el cálculo del ISE se miden las variables: número de habitantes del hogar, educación, actividad y tipo de previsión del jefe del hogar, tipo, equipamiento y situación legal de la vivienda; disponibilidad de agua y electricidad; y hacinamiento. No se obtuvo información sobre habilidades cognitivas y estado mental de la madre, ni sobre la relación marital. Sin embargo, se deduce que un mejoramiento del estado socioeconómico, como lo demostró Skuse et al (5) en un estudio realizado en familias deprimidas, afectó positivamente el ambiente familiar favoreciendo el crecimiento de los niños.

Se concluye que la evolución del crecimiento en talla en el primer año de vida del lactante chileno ha ido mejorando a través del tiempo, principalmente debido a una mejoría del nivel de vida de la población.

REFERENCIAS

1. Uauy R. et al. Plan nacional de la infancia: Antecedentes, estrategias y recomendaciones para cumplir con la meta de disminuir el retraso en talla. Informe Final al Ministerio de Planificación de Chile (MIDEPLAN), Santiago, 1994.
2. Mata LJ, Urrutia JJ, Albertazzi C, Pellecer O, Arellano E. Influence of recurrent infectious on nutrition and growth of children in Guatemala. *Am J Clin Nutr* 1267-1275, 1972.
3. López de Romaña G, Brown KH, Black RE, Kanashiro HC. Longitudinal studies of infectious diseases and physical growth of infants in Huascar, an underprivileged peri-urban community in Lima, Perú. *Am J Epidemiol*; 129:769-784, 1989.
4. Martorell R, Mendoza F, Castillo R. Poverty and stature in children. In: *Linear growth retardation in less developed countries*, ed. JC Waterlow. Nestlé Nutrition Workshop Series Vol 14, Rave Press Ltd, New York, 57-70, 1988.
5. Skuse D, Reilly S, Wolke D. Psychosocial adversity and growth during infancy. *Europ J Clin Nutr*; 48 (suppl 1): S113-S130, 1994.
6. Colombo M, de Andraca I, López I. Mental development stunting. In: *Linear growth retardation in less developed countries*, ed. JC Waterlow. Nestlé Nutrition Workshop Series Vol 14, Rave Press Ltd, New York, 201-210, 1988.
7. Spurr GB. Nutritional status and physical work capacity. *Am J Phys Antropol*; 26 (supl 4):1-35, 1983.
8. Inavonic D, Marambio M. Nutrition an education: Educational achievement and anthropometric parameters of Chilean elementary and high school graduates. *Nutr Rep Inter*; 39:983-993, 1989.
9. Kramer M.S. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. *Bulletin WHO*; 65(5):663-737, 1987.
10. Uauy R., García F. Bases para un plan de acción en el área de nutrición materno-infantil 1990-2000. *Rev Chil Nutr* 20:136-152, 1992.
11. Stekel A., Pizarro F, Olivares M, Chadud P, Llaguno S, Cayazzo M, Hertrampf E, Walter T. Prevention of iron deficiency by milk fortification. III Effectiveness under the usual operational conditions of a national-wide food program. *Nutr Rep Inter*; 38:1119-1128, 1988.
12. Hertrampf E, Olivares M, Pizarro F, Walter T, Cayazzo M, Heresi G, Llaguno S, Chadud P, Stekel A. Haemoglobin fortified cereal: A source of available iron to breast fed infants. *Europ J Clin Nutr* ; 44:793-398, 1990.
13. Walter T, Dallman PR, Pizarro F, Velozo L, Peña G, Bartholmey SJ, Hertrampf E, Olivares M, Letelier A, Arredondo M. Effectiveness of iron-fortified infants cereal in prevention of iron deficiency anemia. *Pediatrics*; 91:976-982, 1993.
14. Heresi G, Olivares M, Pizarro F. Effect of an iron fortified milk on morbidity in infancy. A field trial. *Nutr Res*; 7:915-922, 1987.
15. Alvarez ML, Wurgaft F, Salazar ME. Mediciones del nivel socioeconómico bajo urbano de familias con lactantes desnutridos. *Arch Latinoam Nutr*; 32:650-52, 1982.
16. King J, de Pablo S, Montes de Oca F, et al. Formulación, fabricación y evaluación de una fórmula infantil para el Programa de Alimentación Complementaria en Chile. *Rev Chil Pediatr*; 62:1-7, 1991.
17. ANTHRO. Computes anthropometric indices for Base III bases, Version 1.01. Division of Nutrition of CDC and Nutrition Unit of WHO, Atlanta, USA, 1990.
18. Hamill PV, Drizd TA, Johnson CL, et al. Physical growth: National Center for Health Statistics percentiles. *Am J Clin Nutr*; 32:607-629, 1979.
19. Mora J. Nuevo método para estimar una prevalencia estandarizada de desnutrición infantil a partir de indicadores antropométricos. *Bol Of Sanit Panam*; 108:396-408, 1989.
20. Atalah E. Situación nutricional del preescolar en Chile. *Rev Chil Pediatr*; 60:46-50, 1989.
21. Muzzo S. Características actuales de la estatura del escolar chileno. *Rev Chil Nutr*; 18:69-72, 1990.
22. Bondi P, Olivari F, López IM, Vignau JP, Sepúlveda H. Crecimiento físico y morbilidad en el primer año de vida según peso de nacimiento. *Rev Chil Pediatr*; 56:352-357, 1985.
23. Jaimovich S, Campos C, Hodgson MI, López IM. Lactancia materna y crecimiento ponderoestatural durante el primer año de vida. *Rev Chil Pediatr*; 58:208-212, 1987.
24. Patri A, Sepúlveda H, Valenzuela C, Celis V. Estudio longitudinal del crecimiento y desarrollo del niño chileno. Cuadernos Médicos-Sociales (Santiago)
25. Sampé M. Surveillance de la croissance de l'enfant. *Le Concours Medicales (Paris)*. Supplement N° 43, 24 Oct 1964.
26. Youlton R, Valenzuela C. Patrón de crecimiento en estatura y peso de 0 a 17 años y de circunferencia craneana de 0 a 2 años de niños de estrato socioeconómico medio-alto y alto en Santiago. Documento de la Rama de Endocrinología y Genética de la Sociedad Chilena de Pediatría, Santiago, 1990.
27. WHO Working Group of Infant Growth. An evaluation of Infant Growth WHO, Geneva, Switzerland, 1994.
28. Chwang LC, Soemantri AG, Pollitt E. Iron supplementation and physical growth of rural Indonesian children. *Am J Clin Nutr*; 47:496-501, 1988.
29. Lutter CK, Mora JO, Habicht JP, Rasmussen KM, Robson DS, Sellers SG, Super CM, Herrera MG. Nutritional supplementation: effect of child stunting because of diarrhea. *Am J Clin Nutr*; 50:1-8, 1989.
30. Sandoval H, Prendez M, Ulriksen P, eds. Contaminación atmosférica de Santiago: estado actual y soluciones Santiago: Universidad de Chile, Comisión Especial de Descontaminación Ambiental y Banco de Santander; 63-84, 1993.
31. Super CM, Herrera MG, Mora JO. Long-term effect of food supplementation and psychosocial intervention on the physical growth of Colombian infants at risk of malnutrition. *Child Dev*; 61:29-49; 1990.
32. Gibson RS, Smit Vanderkooy PD, MacDonald AC, Goldman A, Ryan BA, Berry M. A growth-limiting mild zinc-deficiency syndrome in some Southern Ontario boys with low height percentiles. *Am J Clin Nutr*; 49:1266-1273, 1989.
33. Dirren H, Barclay D, Gil Ramos J, Montalvo MM, Losano R. Zinc supplementation and infant growth in Ecuador. En: *Nutrient regulation during pregnancy, lactation and infant growth*, eds LH Allen, JC King y B Lonnerdal. *Adv Exp Med Biol* (en prensa).
34. Bates CJ, Evans PH, Dardenne M et al. A trial of zinc supplementation in young rural Gambian children *Br J Nutr* 69:243-255, 1993.

Recibido: 01-12-1995

Aceptado: 14-06-1996

O leite em pó fortificado com ferro e vitamina C como medida de intervenção no combate à anemia carencial ferropriva em crianças atendidas em Unidade Básica de Saúde

Marco Antonio Almeida Torres¹, Kazue Sato¹, Yara Juliano², Suzana de Souza Queiroz³

RESUMO. Estudo realizado com o objetivo de verificar a influência do uso do leite em pó integral fortificado com ferro e vitamina C sobre os níveis de hemoglobina de 238 crianças de 6 a 18 meses de idade atendidas em Unidade Básica de Saúde. O leite em pó distribuído foi fortificado com 9 mg de ferro, sob a forma de sulfato ferroso, e 65 mg de vitamina C por 100 g de pó e distribuído aos beneficiários nas seguintes quantidades: 4 kg por mês para menores de 1 ano e 2 kg por mês aos maiores. Realizaram-se avaliações clínicas, antropométricas e hematológicas (dosagem de hemoglobina (no momento anterior e a cada 3 meses após iniciada a suplementação. Ao final do experimento, ainda havia disponibilidade de leite para prorrogar a intervenção em um grupo de 39 crianças que havia apresentado as piores evoluções nos 6 meses iniciais. No momento inicial, 72,6 % das crianças apresentavam anemia. Após 3 e 6 meses, este percentual reduziu-se a 38,9 % e 18,5 % respectivamente. Aquelas acompanhadas por 9 meses, restaram apenas 2,5 % de crianças anêmicas. As maiores prevalências foram encontradas nas faixas etárias dos 6 aos 12 meses e as melhores respostas dos 10 aos 18 meses. Em 30,7 % das famílias ocorreu a diluição intrafamiliar do leite destinado ao beneficiário. Registraram-se decréscimos significativos da ocorrência de anemia com ou sem diluição intrafamiliar do leite, sem diferenças entre os dois grupos. O leite fortificado não alterou a condição nutricional das crianças. Concluiu-se que a fortificação de alimentos, além de ser o método de eleição para a prevenção da carência de ferro é excelente alternativa para auxiliar na recuperação da anemia carencial ferropriva em menores de 2 anos.

SUMMARY. Use of fortified powdered milk for iron deficient anemia in children seen at a Basic Health Care Unit. This study was undertaken to verify the influence of the use of iron and Vitamin C fortified powdered whole milk on the hemoglobin levels of 238 children, aged 6 to 18 months, seen at a Basic Health Care Unit in the State of São Paulo. The powdered milk was fortified with 9 mg of iron (ferrous sulfate) and 65 mg of Vitamin C for each 100 g of powder. 4 kg/month were distributed to children under one year and 2 kg/month to those over one year of age. Clinical, anthropometric and hematological (hemoglobin level measurements) evaluations were performed at the onset of the study and at three month intervals after the beginning of the supplementation. At the end of the trial, there was still enough milk available to extend the intervention for a group of 39 children who had presented the worst evolution in the first six months. At the onset of the study, 72.6% of the children presented anemia. After 3 and 6 months, these percentages had decreased to 38.9% and 18.5%, respectively. Among the children that were followed-up for 9 months, there were only 2.5% who presented anemia at the end of the intervention. The highest prevalences were found in the 6 to 12 months age group and the best results in the 10 to 18 month group. There was intrafamiliar dilution of the milk in 30.7% of the cases. With or without intrafamiliar milk sharing, there were significant decreases in anemia occurrences with no differences between the two groups. The use of fortified milk did not affect the children nutritional condition. This study permitted the conclusion that the fortification of foodstuffs, besides being the method of election for the prevention of iron deficiency, is an excellent alternative for the treatment of and recovery from iron deficient anemia in children under two years of age.

INTRODUÇÃO

A carência de ferro é a principal responsável pelas elevadas prevalências de anemia encontradas na população infantil de países em desenvolvimento. (2,9,13,21). Em menores de 2 anos, mais que em qualquer outra idade, o principal determinante da quantidade de ferro no organismo é nutricional; é um período em que há elevada velocidade de crescimento associada a baixa ingestão dietética deste elemento. Esta necessidade de ferro proveniente da dieta é maior a partir dos 6 meses, quando os estoques do mineral no organismo estão diminuídos. Pode aparecer mais precocemente, como nos prematu-

ros e recém-nascidos de baixo peso para a idade gestacional, por causa das baixas reservas que estas crianças apresentam ao nascer (7). Em São Paulo, a prática do aleitamento materno, que é uma fonte de ferro de alta biodisponibilidade, hoje não atinge a média de 2,5 meses, segundo dados do Sistema de Vigilância Nutricional da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. O leite materno é precocemente substituído pelo leite de vaca integral, deficiente no oligoleitamento e causador de microhemorragias no trato gastrointestinal. Dietas deficientes em ferro foram encontradas em 48 % das crianças menores de 5 anos, sendo ainda mais frequente nos dois primeiros anos de vida (8). Atualmente, 59,1 % das crianças que frequentam as Unidades Básicas de Saúde (UBS) em todo o Estado de São Paulo apresentam níveis de hemoglobina inferiores a 11,0 g/dl e 25,1 %, inferiores a 9,5 g/dl (18).

Preocupado com as conseqüências desta realidade, o Grupo Atenção à Nutrição da Secretaria de Estado da Saúde vem, desde 1989, testando alternativas que procuram reduzir a ocorrência de anemia em menores de 2 anos (19). A fortificação de alimentos é uma das formas de intervenção propostas para combater esta deficiência em crianças cujas dietas habituais não proporcionam quantidades suficientes de ferro (3,4,9,11). O leite em pó fortificado como ferro

- 1 Grupo de Atenção à Nutrição do Núcleo de Nutrição do Centro de Referência de Saúde da Mulher, Nutrição, Alimentação e Desenvolvimento Infantil, da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo.
- 2 Disciplina de Bioestatística da Escola Paulista de Medicina.
- 3 Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina de Botucatu da Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP).

e vitamina C foi testado com significativa redução na prevalência de anemia em 13 creches municipais da Grande São Paulo (20). A partir dos resultados obtidos, a distribuição deste tipo de leite em pó foi incorporada ao programa Integrado de Suplementação Alimentar da Secretaria de Estado da Saúde (PISA) e distribuído a crianças com idades compreendidas entre 6 e 24 meses da Grande São Paulo.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do uso do leite em pó fortificado com ferro e vitamina C na prevenção e tratamento da anemia carencial ferropriva em crianças acompanhadas pela UBS do Município de Ibiúna; relacionar sua utilização com possíveis alterações na condição nutricional e verificar a relação entre a diluição intrafamiliar do leite distribuído e a alteração dos níveis de hemoglobina nos lactentes e pré-escolares acompanhados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram acompanhadas longitudinalmente 238 crianças com idades compreendidas entre 6 e 18 meses matriculadas no PISA na UBS do município de Ibiúna, situado a 70 km de São Paulo. A amostra selecionada compreende praticamente o universo de crianças atendidas pelo PISA, naquela UBS. Foram excluídos lactentes e pré-escolares portadores de qualquer tipo de patologia que pudesse interferir no processo normal de crescimento e desenvolvimento, como cardiopatias, síndromes neurológicas etc.

O trabalho foi desenvolvido nas seguintes etapas: diagnóstico, início da suplementação, supervisão mensais e avaliações trimestrais até se completar 6 meses de intervenção. No diagnóstico, após o consentimento das mães, as crianças foram submetidas à avaliação clínica, antropométrica e à coleta de sangue para dosagem da hemoglobina. A partir daí, cada componente da amostra passou a receber o leite em pó fortificado com 9 mg de ferro, sob a forma de sulfato ferroso e 65 mg de vitamina C por 100 g de pó, nas seguintes quantidades: 4 kg/mês para menores e 2 kg/mês aos maiores de 1 ano, por um período de 6 meses. As mães foram orientadas a preparar o leite na concentração de 15%. Assim, após preparada, cada mamadeira de 250 ml oferecia 3,38 mg de ferro elementar e 24,38 mg de vitamina C.

O sangue foi coletado por punção digital e a dosagem de hemoglobina, feita por método colorimétrico em aparelhos Hemocue. Para caracterização da anemia foi adotado o critério da OMS (11), que estabelece o limite de 11,0 g/dl, para os maiores de 6 meses. Em relação às crianças de 4 e 5 meses de idade que compõem a amostra, arbitrou-se utilizar o mesmo critério. A condição nutricional foi avaliada pela relação peso/idade, pelo critério de Gomez (5), utilizando-se como padrão de referência as recomendações da OMS (12).

Nos acompanhamentos trimestrais foram realizadas novas avaliações antropométricas, hematológicas e obtidas informações sobre o preparo do leite, a quantidade ingerida diariamente e a existência de diluição intrafamiliar do suplemento.

Ao final do trabalho de campo, ainda havia disponibilidade de uma quantidade de leite suficiente para prolongar a suplementação, por mais 3 meses, para um pequeno grupo de crianças. Para tanto, selecionou-se as 39 que haviam apresentado evoluções pouco satisfatórias durante os 6 meses iniciais.

Para a análise dos resultados utilizou-se:

- Teste de McNemar (6), com a finalidade de comparar a ocorrência de anemia observada no momento anterior e posterior à intervenção. Este teste foi aplicado separadamente para cada grupo etário, em famílias com presença ou ausência de diluição intrafamiliar do suplemento e tempo de suplementação;

- Teste do Qui Quadrado e a Partição do Qui-Quadrado (14), para comparar o decréscimo da ocorrência de anemia, a partir do momento inicial e após 6 meses de acompanhamento; entre os diferentes grupos etários, com a presença ou ausência de diluição intrafamiliar e tempo de utilização do leite fortificado;
- Teste «t» pareado para grupos não independentes (16), com a finalidade de comparar, em cada criança, os níveis de hemoglobina observados no momento anterior e posterior a 6 meses de intervenção. Esta análise foi aplicada, em separado, para cada um dos grupos etários e repetiu-se o procedimento com o tempo de utilização do leite fortificado.

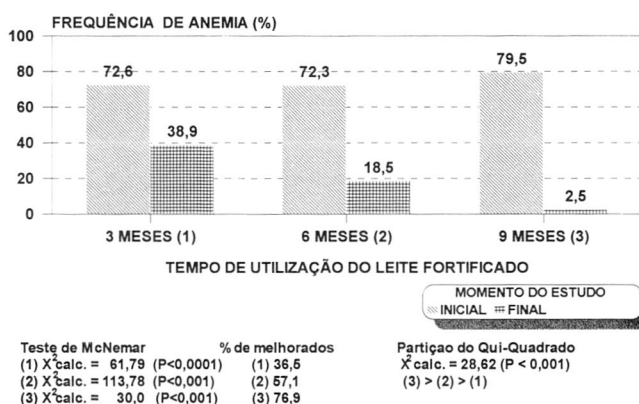
RESULTADOS

A etapa diagnóstica foi realizada em 241 crianças; a avaliação dos 3 meses, em 228 e a dos 6 meses, em 238, o que representa uma perda de 1,25% da amostra inicial. Já o acompanhamento dos 9 meses foi feito em apenas 39 crianças, pelos motivos já expostos.

As frequências de anemia detectadas no momento anterior à intervenção e após cada uma das avaliações estão representadas no Gráfico 1. Após 3 meses de uso do leite fortificado, a prevalência de anemia diminuiu de 72,6% para 38,9%. Decorridos 6 meses, de 72,3% para 18,5%; ao final de 9 meses, de 79,5% para 2,5%. O teste de McNemar demonstrou que as reduções na ocorrência de anemia foram estatisticamente significantes ($P < 0,001$) nos 3 acompanhamentos realizados e a partição do Qui-Quadrado, que o percentual de melhorados após 9 meses de suplementação (76,9%) foi significativamente maior que o de após 6 (57,1%) e 3 meses (36,5%), demonstrando que existe relação entre o tempo de utilização do leite fortificado e a diminuição da ocorrência de anemia.

GRÁFICO 1

Prevalências de anemia, nos momentos inicial e final da intervenção em função tempo de uso do leite fortificado e testes estatísticos



Em relação à gravidade da anemia constatou-se que, antes da suplementação existiam 8,8% das crianças com níveis de hemoglobina inferiores a 9,5 g/dl. Com 3 meses de fortificação este número decresceu a 2,1% e com 6 meses a 0,8%.

O comportamento das médias das hemoglobinas no momento anterior e a cada uma das avaliações está representado na Tabela 1. Após 3 meses, registrou-se incremento médio de 0,71 g/dl. Para o grupo suplementado por 6 meses, de 1,14 g/dl e naquelas

acompanhadas por 9 meses, de 1,44 g/dl. O teste do «t» pareado apontou incrementos significantes ($P < 0,001$) a partir dos 3 meses de uso do leite fortificado.

TABELA 1

Valores médios das hemoglobinas (X) e seus respectivos desvios padrão(s) e diferença das médias das hemoglobinas no momento inicial (I) e final (F) da intervenção, em função do tempo de uso da suplementação e teste estatístico.

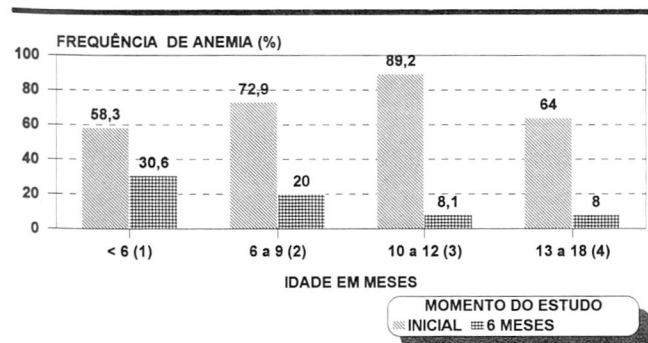
Tempo de suplementação	Amostra N°	X \pm s (g/dl)		Teste «t» pareado
		I	F (XF-XI)	
3 Meses	234	10,51 \pm 0,90	11,20 \pm 0,88	0,71 t calc.=11,63 (p<0,001)
6 Meses	238	10,51 \pm 0,89	11,65 \pm 0,90	1,14 t cal.= 16,15 (P<0,001)
9 Meses	39	10,47 \pm 0,80	11,91 \pm 0,64	1,44 t cal.=8,91 (P<0,001)

A presença de anemia foi relacionada com a idade das crianças acompanhadas, mês a mês. Os resultados serão apresentados obedecendo a grupos etários de menores de 6 meses, de 6 a 9 meses, de 10 a 12 meses e maiores de 13 meses em decorrência do comportamento semelhante apresentado por esses grupos.

As prevalências de anemia, em funo das faixas etárias, estão representados no Gráfico 2. Antes da suplementação, 58,3% das crianças com idades inferiores a 6 meses tinham anemia. Após 6 meses de uso do leite fortificado, este percentual decresceu a 30,6%. Naquelas entre 6 e 9 meses, a redução foi de 72,9% para 20,0%; entre os 10 e 12 meses, de 89,2% para 8,1% e nos maiores de 13 meses, de 64,0% para 8,0%. O teste de McNemar apontou reduções significantes na ocorrência de anemia, para os quatro grupos etários analisados. A partição do Qui-Quadrado, que a porcentagem de melhorados na faixa etária de 10 a 12 meses foi significativamente maior que a observada nos grupos de 6 a 9 e 13 a 18 meses que não diferiram entre si- e que a dos menores de 6 meses.

GRÁFICO 2

Percentual de crianças com hemoglobinas inferiores a 11,0 g/dl, segundo a faixa etária, nos momentos anterior e após 6 meses de uso do leite fortificado



Teste de McNemar
 (1) χ^2 calc. = 5,06 (P<0,05)
 (2) χ^2 calc. = 66,78 (P<0,001)
 (3) χ^2 calc. = 28,03 (P<0,001)
 (4) χ^2 calc. = 12,07 (P<0,001)

% de melhorados
 (1) 36,1
 (2) 60,0
 (3) 81,1
 (4) 60,0

Teste da partição do Qui-Quadrado
 χ^2 calc. = 15,35 (P < 0,001)
 (3) > (4) e (2) > (1)

Em relação ao incremento médio das hemoglobinas verificado entre os momentos anterior e posterior a 6 meses de uso do leite fortificado (Tabela 2), encontrou-se que as crianças da faixa etária dos 10 aos 12 meses apresentaram os maiores incrementos (1,76 g/dl) e a que registrou o menor incremento foi a dos menores de 6 meses (0,49 g/dl). O teste «t» pareado detectou que os incrementos verificados em todas as faixas etárias foram significantes.

TABELA 2

Médias das hemoglobinas (X) e seus respectivos desvios padrão(s) e diferença das médias das hemoglobinas no momento inicial (I) e após 6 meses de uso do leite fortificado (F), segundo a faixa etária.

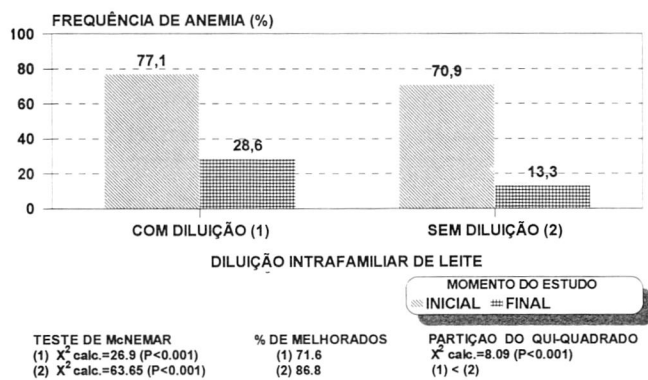
Idade (meses)	Amostra	X \pm s (g/dl)		Teste «t» pareado
		I	F (F-I)	
<6	36	10,80 \pm 0,92	11,29 \pm 1,00	0,49 t cal.= 2,31 (P<0,03)
6 a 9	140	10,51 \pm 0,84	11,62 \pm 0,88	1,11 t cal.=13,42 (P10,0001)
10 a 12	37	10,15 \pm 1,04	11,91 \pm 0,88	1,76 t cal.=9,31 (P<0,0001)
13 a 18	25	10,65 \pm 0,75	11,89 \pm 0,60	1,24 t cal.=9,60 (P<0,0001)

A quantidade média de leite ingerida diariamente pelas crianças foi de 818 ml, correspondente a 11,05 mg/dia de ferro elementar, sem diferença significativa entre os grupos etários analisados.

A presença de anemia antes e após 6 meses de utilização do leite fortificado, e sua relação com a diluição intrafamiliar, esta representada no Gráfico 3. Os resultados indicam que, onde ocorreu a diluição, a anemia decresceu de 77,1% para 28,6% e de 70,9% para 13,3% naquelas famílias onde o leite não foi repartido com outros membros. O teste de McNemar revelou que essas reduções foram significantes nos dois grupos estudados ($P < 0,001$). Por outro lado, o teste do Qui-Quadrado, demonstrou diferença estatisticamente significativa quando se comparou o percentual de melhorados (prevalência de anemia inicial menos a final) nos grupos sem e com diluição intrafamiliar do leite.

GRÁFICO 3

Prevalência de anemia, nos momentos inicial e final da intervenção da diluição intra-familiar do leite fortificado e testes estatísticos

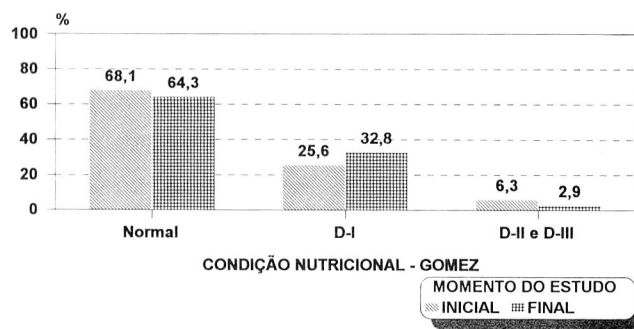


As alterações da condição nutricional, segundo o critério de Gomez, não acompanhou o constatado em relação à anemia (Gráfico 4). O percentual de crianças eutróficas caiu de 68,1% no momento

inicial para 64,3 % ao final da intervenção. O grupo de desnutridos leves aumentou de 25,6 % para 32,8 % e o de moderados e graves decresceu de 6,3 % para 2,9 %, sem diferença estatisticamente significativa detectada pelo teste do Qui-Quadrado. O teste de Kappa encontrou percentual de 11,4 % de crianças que apresentaram melhora no seu estado nutricional, 18,8 % das crianças que pioraram e 70,6 %, que mantiveram sua condição nutricional, com uma altíssima concordância estatística ($P < 0,001$). Por outro lado, ao comparar o percentual de crianças que apresentaram melhora com as que pioraram, o teste de McNemar não revelou significância estatística, evidenciando que, apesar da recuperação da anemia, o uso do leite fortificado não trouxe qualquer alteração na condição nutricional das crianças estudadas.

GRÁFICO 4

Evolução da condição nutricional, segundo o critério de Gomez, nos momentos inicial e final da intervenção



Teste do Qui-Quadrado - χ^2 calc. = 5,25 (NS)

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Os principais fatores que determinam os requerimentos de ferro em lactentes são: as reservas ao nascer, as necessidades para o crescimento e a reposição das perdas. Estima-se que, para menores de 1 ano, o ferro da dieta deve suprir 30 % das necessidades para a síntese da hemoglobina. A recomendação média diária de ferro na dieta durante o primeiro ano de vida é de 1,0 mg/kg (1). Após os 12 meses, com a diminuição da velocidade de crescimento, os requerimentos decrescem a 0,75 mg/dia.

A estratégia de utilizar a distribuição mensal de algum tipo de suplemento alimentar, como forma de atrair a população mais carente do ponto de vista socioeconômico às UBS, e com isso melhorar a atenção à saúde da criança, encontra forte respaldo neste estudo, pois seria praticamente impossível conseguir que 241 mães comparecerem mensalmente a uma UBS. No entanto, com o programa, ao final de 6 meses, constatou-se que apenas 3 (1,25%) deixaram de frequentar a UBS.

A frequência de crianças com níveis de hemoglobina inferiores a 11,0 g/dl antes da intervenção corrobora a constatação de que a prevalência de anemia vem aumentando na população infantil do Estado de São Paulo nos últimos 20 anos (8,15,18), além de se instalar cada vez mais precocemente.

Uma das maiores limitações deste trabalho, foi a utilização apenas da hemoglobina como aferidor das condições hematológicas das crianças acompanhadas. Por se tratar de uma pesquisa operacional, não houve possibilidade de realizar testes laboratoriais que avaliassem

as reservas de ferro no organismo.

Na experiência da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, aproximadamente 3% das anemias, na população de menores de 3 anos (19), não são causadas pela deficiência de ferro. Em trabalhos anteriores (19,20) verificou-se que a administração diária de doses profiláticas de ferro foi capaz de, em um intervalo de tempo relativamente curto, atuar terapêuticamente no controle da anemia em crianças de 4 a 35 meses de idade. Neste estudo, a redução da ocorrência de anemia, já a partir dos 3 meses de suplementação, o controle desta carência após 9 meses e o incremento significativo das médias das hemoglobinas reforçam esta constatação.

As crianças acompanhadas todas provenientes de classe socioeconômica baixa apresentavam a maioria dos fatores de risco para o desenvolvimento da anemia nutricional:

- média do tempo de aleitamento materno de 2,0 meses;
- 82,8% haviam deixado de ser amamentadas antes dos 4 meses de idade;
- substituição do leite materno pelo leite de vaca, que passou a ser a base da alimentação destas crianças até os 2 anos;
- prevalência de 9 % de crianças com peso ao nascer inferior a 2500 gramas, no município de Ibiúna. Contribuindo com os fatores de risco acima relacionados, a análise da dieta dessas crianças revelou que:
 - 50,7 % apresentaram adequação em energia inferior a 100 %;
 - em 83,1 %, a adequação de ferro foi inferior a 100 %. Quando se analisou a frequência da ingestão de alimentos com ferro, verificou-se que apenas 4,2 % ingeriam ferro heme e 97,9%, ferro não-heme diariamente;
 - 70,4% tinham adequação de vitamina C inferior a 100 % e somente 23,9 % ingeriam diariamente algum alimento fonte desta vitamina, principalmente frutas cítricas.

O acréscimo da vitamina C ao leite em pó é extremamente positivo, uma vez que esta vitamina contribui para melhorar a absorção do ferro, principalmente no leite, em que existem fatores que contribuem para a inibição de sua absorção. Acrescenta-se a isto a informação do elevado percentual de crianças com baixa ingestão de vitamina C.

O uso do leite fortificado praticamente controlou a deficiência de ferro em maiores de 10 meses e reduziu significativamente nos menores de 10 meses. As diferentes respostas talvez sejam explicadas pela maior velocidade de crescimento apresentada até os 12 meses. A dieta dos menores de 6 meses é basicamente leite de vaca (com baixa biodisponibilidade de ferro e causador de micro-hemorragias intestinais). Os maiores de 6 meses passam a incorporar outros alimentos com baixa biodisponibilidade de ferro, porém com quantidades suficientes para responder pela diferença encontrada na queda do percentual de anêmicos em cada grupo.

Em 30,7% das famílias ocorreu diluição intrafamiliar do leite destinado à criança-alvo. Na maioria das vezes o beneficiário desta partilha era um irmão, mas não foram poucos os casos em que os receptores eram adultos, senão os próprios pais. Esta diluição aconteceu em 33,3% das famílias de crianças anêmicas e em 23,9 % das não-anêmicas. Em relação ao preparo do leite, 71,0 % das mães seguiram corretamente as orientações recebidas. Encontrou-se 60 casos (24,9 %) em que o preparo foi feito de forma diluída e 10 (4,1 %) de forma concentrada. A diluição intrafamiliar, com outros irmãos e até com os pais, é consequência da condição socioeconômica dos beneficiários do programa. Para uma família com 4 pessoas em

média, um salário mínimo de 100 dólares mensais impossibilita a compra de um litro de leite diariamente. Apesar de contribuir para uma menor redução dos níveis de anemia, quando comparada com famílias onde este fato não ocorreu, a diluição intrafamiliar do suplemento distribuído não encontrou respaldo estatístico para diferenciá-la. Ou seja, a utilização do leite fortificado com ferro e vitamina C reduz a prevalência da carência de ferro independente da existência de diluição intrafamiliar do mesmo.

Em creches (20), verificou-se que o uso do leite fortificado, além de reduzir a prevalência de anemia a níveis praticamente iguais aos detectados neste trabalho, foi o responsável por uma significativa diminuição da ocorrência da Desnutrição Energético-Protéica. Neste estudo, ao contrário, encontrou-se piora da condição nutricional em 18 % das crianças acompanhadas. Nas creches, o leite é apenas um dos componentes de uma dieta variada que inclui outros alimentos ricos do ponto de vista energético-protéico, enquanto as crianças da UBS são mantidas com alimentação eminentemente láctea até completar um ano de vida. Esta constatação contrapõe-se a todos os programas nacionais de suplementação alimentar que propõem a simples distribuição de leite como alternativa para a prevenção e recuperação da condição nutricional de crianças menores de 2 anos.

A fortificação de alimentos, além de ser o método de eleição para a prevenção da carência de ferro em lactentes e pré-escolares (4,10,17), é uma excelente alternativa auxiliar para a recuperação, em curto espaço de tempo, da anemia ferropriva em crianças menores de 2 anos de países em desenvolvimento. Deve ser encarada como medida complementar ao incentivo do aleitamento materno, à melhoria da qualidade do pré-natal e da dieta complementar oferecida após o desmame e controle das infecções virais, bacterianas e parasitárias.

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de Ibiúna, por cooperar na realização deste projeto e à auxiliar de enfermagem Inês Aparecida de Lima, cuja dedicação e esforço o consolidaram.

REFERÊNCIAS

- American Academy of Pediatrics. Committee on Nutrition. Iron Supplementation for infants. *Pediatrics*. 58 (5): 765-8, 1976.
- Bastista Filho M. & Barbosa N.P. Pró-Memória. Alimentação e Nutrição no Brasil: 1974-1984. Brasília, INAN, 1985.
- Cook J.D., Reusser M.E.- Iron fortification: an update. *Am. J. Clin. Nutr.*, 38: 468 - 59, 1983.
- DeMayer E.M. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary care. Ginebra, OMS, 1989.
- Gómez F. Desnutrición. *Bol. Méd. Hosp. Infant. Méx.*, 3 (4): 543-51, 1946.
- Landis, J.R., Kock, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-74 - 1977.
- MacPhail A.P., Bothwell T.H. - Fortification of the diet as a strategy for preventing iron deficiency. *Acta Paediatr. Scand. (Suppl)*, 361: 114-24, 1989.
- Monteiro C.A. Saúde e nutrição das crianças de São Paulo: diagnóstico, contrastes sociais e tendências. São Paulo: L. Hucitec / Ed. USP, 1988.
- Nestlé Nutrition. El hierro en la alimentación del lactante y del niño Nestlé Nutrition, 1984.
- Olivares M., Walter T., Hertrampf E., Pizarro F., Stekel A. Prevention of iron deficiency by milk fortification. *Acta Paediatr. Scand. (Suppl)*, 361:109-13, 1989.
- Organización Mundial de la Salud. Lucha contra la anemia nutricional, especialmente contra la carencia de hierro. Ginebra, OMS, 1975. (Serie de Informes Tecnicos, 580).
- Organización Mundial de la Salud. Medición del efecto nutricional de Programas de Suplementación Alimentaria a grupos vulnerables. Ginebra, OMS, 1980.
- Romani S.A.M., Lira P.I.C., Batista Filho M., Sequeira L.A.S., Freitas C.L.C. Anemias em pré-escolares: diagnóstico, tratamento e avaliação. Recife-Pe, Brasil. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 67 (2): 159-67, 1991.
- Siegel S. Estadística no paramétrica. Mexico, Ed. Trillas, 1975.
- Sigulem, D.M., Tudisco E.S., Goldenberg P., Athaide M.M.M., Vaiman E. Anemia ferropriva em crianças no Município de São Paulo. *Rev. Saúde Publ.*, 12:168-78, 1978.
- Sokal, R.R., Rohlf F.J. Biometry. San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1969.
- Stekel A., Olivares M., Cayazzo M., Chadud, P., Llaguno S., Pizarro F. Prevention of iron deficiency by milk fortification. II A field trial with a full-fat acidified milk. *Am. J. Clin. Nutr.* 47: 265-9, 1988.
- Torres M.A.A., Sato K., Souza Queiroz, S. Anemia em crianças menores de 2 anos atendidas nas Unidades Básicas de Saúde no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, 28 (4): 290-4, 1994.
- Torres M.A.A., Sato K., Souza Queiroz S. Terapêutica com doses profiláticas de sulfato ferroso, como medida de intervenção, no combate à carência de ferro em crianças atendidas em unidades básicas de saúde. *Rev. Saúde Pública*, 28 (6): 410-5, 1994.
- Torres M.A.A., Sato K., Souza Queiroz S. Efeito do uso do leite fortificado com ferro e vitamina C sobre os níveis de hemoglobina e condição nutricional de crianças menores de dois anos. *Rev. Saúde Pública*, 29 (4): 301-7, 1995.
- Turconi S.J. & Turconi V.L. Anemia ferropriva: incidência em uma população infantil. *Pediatr. Mod.*, (separata) 27: (2), 1992.

Recibido: 22-02-1995

Aceptado: 22-01-1996

Suplementación de hierro en lactantes mapuches de la Provincia de Cautin, Chile

Edith Franco Y.¹, Eva Hertrampf D.², Julia Hazbún G.¹, Sylvia Segú S.¹, Juan Carlos Illanes S.³, Liliana Palacios S.³, Gabriela Figueroa P.³ y José Orellana C.¹

Universidad de Chile

RESUMEN. Con el propósito de profundizar la caracterización del metabolismo del hierro, en lactantes mapuches, se realizó un estudio de suplementación con Sulfato Ferroso (Fer-In-Sol) de 1.8 ml diarios durante 90 días, a 76 lactantes mapuches de 12 meses de edad, de ambos sexos, rurales, de la Provincia de Cautín. Se evaluó la nutrición de hierro antes y después de la suplementación, mediante: Hemoglobina, Hematocrito, Saturación de Transferrina (Fe/IBC) y Ferritina Sérica. Para confirmar la ingesta del suplemento, se tomó en el domicilio de los lactantes, muestras de deposiciones para medir el hierro excretado. Para estudiar el aporte de hierro dietario, se aplicó la Encuesta Recordatorio 24 hrs (ER) y Análisis Químico Proximal (AQP), en muestras de comidas obtenidas en los hogares de los lactantes. La prevalencia de anemia a los 12 meses, antes de iniciar la suplementación fue de 28.3 %, la que desapareció complementamente como producto de la intervención. El 65.3 % de los lactantes, aumentaron su Hemoglobina en 1 g o más, lo que indica que eran anémicos al iniciar la suplementación. Es decir, mediante esta prueba terapéutica se pesquizó un 31 % más de lactantes anémicos, lo que indica mayor sensibilidad de este método. La alta prevalencia de anemia se debe fundamentalmente, a la baja ingesta de hierro dietético, que según la ER alcanza un promedio de 2.8 ± 1.2 mg de Fe/día, versus 4.8 ± 4.0 mg de Fe/día, según AQP. La diferencia entre ambos aportes demostró que hay un proceso de contaminación ambiental de los alimentos, por el uso de utensilios de hierro y el gran contacto con la tierra. Este hecho también se pudo comprobar por la alta excreción de Fe a través de las deposiciones (140 mg de Fe/100 g deposiciones), cifra considerablemente más alta, que las reportadas en lactantes urbanos (30 mg de Fe/100 g deposiciones). Este método para medir la excreción de Fe del suplemento, no discrimina entre la excreción de la ingesta y la contaminación ambiental, que es extremadamente alta. Sin embargo, en el grupo suplementado, la excreción fue considerablemente más alta que en el grupo control, lo que estaría comprobado la ingesta de Fe. Para prevenir el desarrollo de anemia por carencia de hierro, en los lactantes, se hace imprescindible, dar un alimento fortificado con hierro, a partir de los 6 meses de vida como complemento de la leche materna.

INTRODUCCION

La nutrición de hierro durante los 2 primeros años de vida, se caracteriza principalmente por la gran dependencia del hierro dietario, para la producción normal de eritrocitos. Hay evidencias que la lactancia natural, protege del desarrollo de anemia ferropriva, hasta por lo menos 6 meses de vida (1-11). Esta protección, aun cuando no es completa, ha sido demostrada hasta los 9 meses de edad en

SUMMARY. Iron Supplementation in Chilean Mapuche infants. A 1.8 ml iron supplementation of ferrous sulfate is administered for 90 days to 76 Mapuche infants, 12 months of age, male and female, from the rural area of the Cautin province of Chile.

The iron nutrition is evaluated before and after the supplementation, through: hemoglobin, haematocrit, transferrin saturation and seric ferritin. Stools test are taken at the infant's home, to confirm the supplement intake and to measure the iron excreted. To study the contained of dietary Fe a Recordatory 24 hour Inquest (RI) is applied moreover a Proximal Chemical Analysis (PCHA) to meal test proceeding from the infant's homes. At 12 months before starting the supplementation, the anemia prevalence was of 28.3 %, but it disappear as a result of the intervention. Also 65.3 % of the infants showed and increase of 1 g or more on their hemoglobin, which indicates that they were anemic at the beginning of the iron supplementation. By means of this therapeutic test it was find 31 % more of anemic infants, indicating more sensibility of this method. The high levels of anemia prevalence are due to the low iron intake, characteristic of the non lacticious foods, which according results of the RI reaches an average of 2.8 ± 1.2 mg of Fe/day, versus 4.8 ± 4.0 mg of Fe/day according to PCHA. The observed difference between both test showed that there is a process of food environmental contamination, by the use of iron utensils and great soil contact. The high environmental contamination could also be proved by the high iron excretion stools (140 mg of Fe/100 g of stools). This method used to measure the Fe excretion of the supplement, would not be valid in rural population groups with similar characteristics to those of the studied group, because it does not discriminate between the intake and the extremely high environmental contamination.

To prevent anemia due to iron absence in infants, it is absolutely necessary to have some iron fortified food starting at 6 months of age, as a complement for breast milk.

lactantes chilenos urbanos (5-8, 10). Un estudio realizado en lactantes mapuches, sugiere que la lactancia natural, estaría brindando una protección por un lapso más largo (12-13). En este estudio realizado en Temuco, una lactancia natural prolongada, permitiría al 96 % de los lactantes mapuches, llegar al año de edad sin desarrollar anemia ferropriva, mientras que alrededor del 30 % de los lactantes chilenos urbanos, de nivel socioeconómico bajo, alimentados con leche materna, ya se encuentran anémicos a esa edad. Llama la atención sin embargo, que la nutrición de hierro medida por el resto de los parámetros, está más deteriorada.

En vista de esta aparente discordancia, se decidió reevaluar la nutrición de hierro de un grupo de lactantes mapuches al año de edad, y luego estudiar su respuesta a una prueba de suplementación con hierro, hasta los 15 meses.

1 Dpto. Pediatría- Cirugía Infantil y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de la Frontera. Temuco
2 Unidad de Hematología, I.N.T.A., Universidad de Chile. Santiago
3 Consultorio Miraflores S.N.S.S. Temuco

METODOLOGIA

Sujetos: Se estudiaron 76 lactantes mapuches de 12 meses de edad, sanos, eutróficos, provenientes de sectores rurales de la provincia de Cautín. Se consideró mapuche a todo lactante que tuviese 2 apellidos de ese origen y cuyas madres se reconocieran como tales. Los lactantes fueron pesquizados en el control de salud del año de edad, ingresando al estudio, previa entrevista a la madre, para informarla y evaluar su capacidad de cumplir con el protocolo. De un total de 94 lactantes ingresados, fueron eliminados 18; (muestra de sangre coagulada: 3, cambio de domicilio: 5, incumplimiento del protocolo: 10). Los sujetos fueron asignados al azar a un grupo suplementado (GS; n:46) los cuales recibieron una solución de Sulfato Ferroso (Fer-in-sol R), en una dosis diaria de 2-3 mg de Fe elemental/kg/día, durante 90 días. El Grupo Control (GC) estuvo constituido por 30 lactantes, los cuales recibieron un placebo, en las mismas condiciones.

Procedimiento: Los sujetos fueron seguidos desde los 12 a 15 meses. En una ficha precodificada, se registraron los antecedentes de salud materna, embarazo, parto, morbilidad del lactante, historia nutricional, evolución pondoestatural y otros. Se realizó un examen clínico para descartar patologías no detectadas previamente y la evaluación nutricional. La alimentación fue caracterizada mediante una encuesta recordatoria de 24 horas, la cual se realizó en 3 oportunidades y mediante Análisis Químico Proximal (14), en muestras de comidas (visita domiciliaria). Todos los sujetos fueron controlados una vez al mes, en el Consultorio para registrar la evolución pondoestatural, realizar el control de salud, controlar la ingesta del suplemento o placebo, mediante la medición del residuo en el frasco. Además se realizó una visita domiciliaria mensual, con el fin de asegurar el cumplimiento del protocolo, entregándose educación alimentaria y de higiene ambiental y confirmándose la ingesta del suplemento a través de la medición del residuo en el frasco y de la recolección de muestras de deposiciones, para determinar la cantidad de hierro excretado (14).

A los 12 y 15 meses, se extrajo una muestra de sangre venosa, de 10 ml. para medir hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto) mediante la técnica de Cianmetahemoglobina y Microhematocrito, Hierro Sérico (Fe) y Capacidad total de Combinación de Hierro (IBC), con cuyos parámetros se calculó la Saturación de Transferrina (Fe/IBC) (15) y por último la Ferritina Sérica (FS) (16).

Se definió como valores anormales Hb <11 gr/dl, Fe/IBC <10 % y FS <9 µg/lit (17). El análisis estadístico consistió en la presentación de estadísticas descriptivas como promedios aritméticos, geométricos y desviación estándar. Además se realizaron pruebas estadísticas como Chi-2 y T de Student para realizar inferencia.

El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la U.F.R.O. de Temuco y del I.N.T.A. de la Universidad de Chile.

RESULTADOS

Las características generales de los sujetos, entre el grupo suplementado y el grupo control, resultaron similares (Tabla 1). A los 12 meses de edad, el 30 % de los lactantes recibían leche materna como única fuente láctea (lactancia exclusiva), el 29 % estaban destetados completamente y el 41 % recibía una lactancia mixta. La alimentación sólida se inició entre los 4 a 5 meses de vida en el 84 % de los casos. Según la Encuesta Recordatoria de 24 hr. la alimenta-

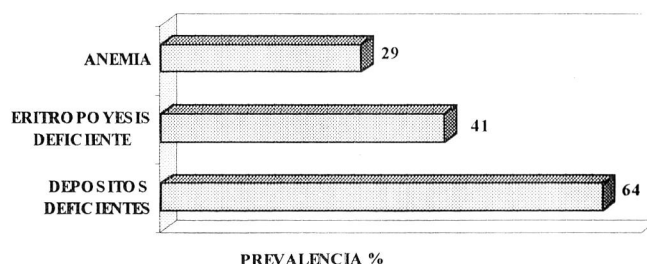
ción no láctea, aportó un promedio de 2.8 mg. de hierro por día, mientras que el aporte de Fe diario fue de 4.8 mg. según el Análisis Químico Proximal. El aporte de ácido ascórbico resultó despreciable.

El Gráfico 1, muestra la prevalencia de deficiencia de hierro, en el total de sujeto a los 12 meses de edad. El 29 % de ellos presentaban anemia (Hb <11 g/dl). Un aporte insuficiente de hierro a los tejidos, representado por una saturación de transferrina bajo 10 % estaba presente en el 41 % de los lactantes. El 64 % tiene sus depósitos de hierro a esta edad (FS <9 ng/l).

TABLA 1
Características generales de los sujetos

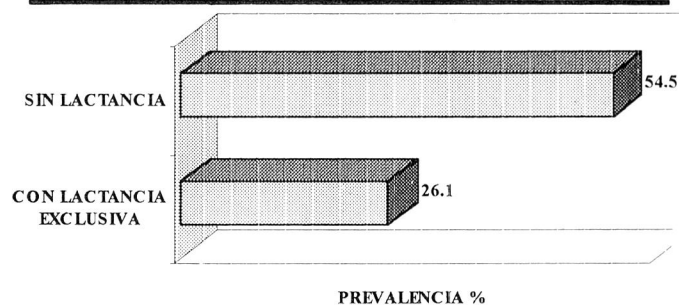
	Grupo Suplemen. N°= 46	Grupo Control N°=30
Edad (meses)	12	12
Peso Nacimiento (X+DS)	3.372+605	3.197+480
Lactancia Natural (%)		
- Exclusiva	26	37
- Mixta	46	33
- Destetados	28	30
Madres		
Educ. básica Incompl. (%)	65	80
Analfabetismo (%)	9	13
Nivel Socioeconómico	Extrema Pobreza	Extrema Pobreza

GRAFICO 1
Prevalencia de deficiencia de hierro en lactantes Mapuches,
Provincia de Cautín. Chile 1993



Al separar los lactantes en base a la duración de la lactancia natural, se encontró un porcentaje de anemia de 26.1 % en el grupo con lactancia natural exclusiva, sin embargo en el grupo destetado el 54.5 % de los lactantes estaban anémicos (Gráfico 2).

GRAFICO 2
Prevalencia de anemia en lactantes Mapuches, con y sin lactancia
materna. Provincia de Cautín. Chile 1993



La Tabla 2 muestra en detalle, los parámetros de nutrición de hierro antes y después de la suplementación. Los promedios de Hb y de FS, aumentaron significativamente ($p < 0.001$ y $p < 0.01$ respectivamente) en el grupo suplementado.

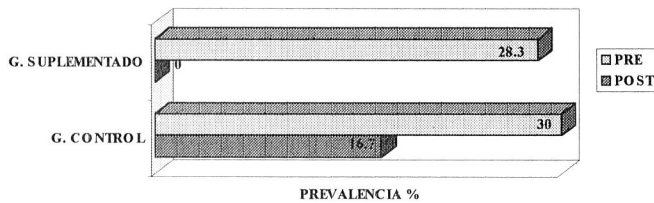
TABLA 2
Efecto de la prueba de suplementación con hierro en lactantes mapuches

	G. Suplementado n°=46			G. Control n°=30		
	12 m.	p	15 m.	12 m.	p	15 m.
HB g/dl	11.3+1.2	0.001	12.9+0.9	11.4+1.2	NS	11.9±1.5
SAT. %	15.1+11.3	NS	18.6+11.8	9.8+5.5	NS	10.3+5.0
FS* $\mu\text{g/l}$	6 (8-42)	<0.01	15 (6-37)	2 (0-49)	NS	7 (2-18)

* Promedio geométrico y rango de 1 DS

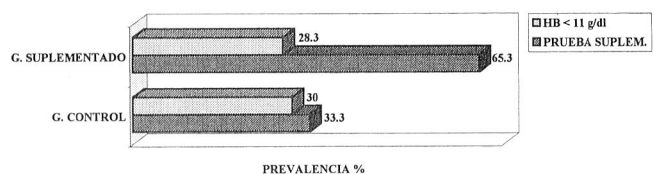
En el Gráfico 3, se aprecia que todos los lactantes anémicos del grupo suplementado mejoraron, después de la intervención con hierro. Por otro lado, el grupo control, alrededor de la mitad de los anémicos mejoró a los 15 meses de edad (30 vs 16 %).

GRAFICO 3
Prevalencia de anemia en lactantes Mapuches pre y post suplementación con hierro, Provincia de Cautin. Chile 1993



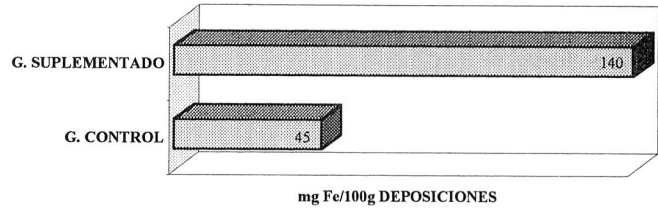
El Gráfico 4 muestra la diferencia en la prevalencia de anemia, según criterio Hb <11 g/dl y Prueba de Suplementación con hierro; se observa un 28.3 % y 65.3 % respectivamente, en el grupo suplementado y no hubo diferencias en el grupo control.

GRAFICO 4
Prevalencia de anemia en lactantes Mapuches según criterio HB <11 g/dl y prueba de suplementación, Provincia de Cautin. Chile 1993



El Gráfico 5, muestra la excreción de hierro a través de las deposiciones, y se observa una cifra considerablemente más alta en el grupo suplementado, 140 versus 45 mg/100 g de deposiciones en el grupo control.

GRAFICO 5
Excreción de hierro a través de las deposiciones en lactantes Mapuches, Provincia de Cautin. Chile 1993



DISCUSION

La alta demanda de hierro de los lactantes y el bajo aporte de éste a la alimentación infantil, es una de las causas más frecuentes de la alta prevalencia de anemia por carencia de hierro, a nivel nacional e internacional (1-7, 9-12).

Esta situación fue corroborada una vez más en nuestro estudio en lactantes mapuches, quienes presentaron una prevalencia de anemia de 29 %, cifra similar a resultados de estudios anteriores en lactantes mapuches destetados precozmente (12-13), y no mapuches urbanos chilenos (5-6, 10 y 11), y argentinos (7). Sin embargo estos resultados no reproducen, el hallazgo de la baja prevalencia de anemia, encontrada en lactantes mapuches alimentados con leche materna y con características similares (12 y 13). Al comparar los 2 grupos, la diferencia radica fundamentalmente en los valores promedios de Hb, 12.3 vs 11.3 g/dl (grupo histórico (13) y grupo estudio actual), con prevalencia de anemia de 4.5 % y 29 % respectivamente. El resto de las mediciones no presentó diferencias significativas. Creemos, aun cuando es imposible comprobarlo, que la medición de las concentraciones de Hb del primer grupo, pudiesen contener un error sistemático.

Esta alta prevalencia de anemia en esta edad, se debe a la baja ingesta de hierro y ausencia de ácido ascórbico en la alimentación, factor fundamental para mejorar la absorción del hierro no hemínico (18), que es la mayor parte del hierro ingerido por estos lactantes, (base de cereales, leguminosas y farináceos). El bajo aporte de hierro medido a través de la E.R., aumenta considerablemente por el método de A.Q. P. debido a la contaminación ambiental de los alimentos: uso de utensilios de hierro para la preparación los que desprenden partículas durante la cocción, pasando a los alimentos (19-22). También hay gran cantidad de tierra en las viviendas, debido que en un gran porcentaje de ellas, la cocina es una habitación separada del resto de la casa, con un fogón al centro, gran presencia de humo y piso de tierra; o en su defecto una ruca con características similares, como única habitación de la familia.

En un grupo de población urbana en Santiago (23) se demostró un mayor aporte de nutrientes según la E.R., la que estaría sobreestimando los valores encontrados, ya que las tablas de composición química de alimentos, no contemplan la pérdida de algunos nutrientes por el proceso de preparación (cocción u otros), los aporte por ellos encontrados fueron globalmente más altos a los de nuestro estudio.

La excreción de hierro a través de las deposiciones, de los lactantes mapuches, es considerablemente más alta (140 mg de Fe/100 g deposiciones), que las descritas en población urbana (30 mg de

Fe/100 g de deposiciones) (24), lo que estaría demostrando una influencia cultural, dada la alta contaminación de hierro a través del ambiente. Este método para estas poblaciones no discrimina entre excreción de la ingesta y la contaminación ambiental de hierro, que es extremadamente alta. Sin embargo se aprecia una notable diferencia, en mayor excreción en el grupo suplementado, lo que demuestra la ingesta del suplemento.

El 65 % de los lactantes, aumentaron su Hb, en el 1 gr o más, después de la suplementación con hierro, indicando una alta prevalencia de anemia en el grupo estudiado, lo que significa, que mediante la prueba de suplementación, se pesquizó un 31 % más de lactantes anémicos. Hubo 16 lactantes anémicos que después de la suplementación aumentaron su Hb en 1 gr o más. Los lactantes de este estudio presentaron mayor diferencia en la prevalencia de anemia, según criterio de Hb <11 g/dl y la prueba de suplementación, que lactantes urbanos, quienes aumentaron a un 12 % según este último método (11).

En nuestro estudio se demuestra la efectividad de la intervención, ya que desapareció la anemia después de la suplementación. En el grupo control se observó un efecto difícil de explicar, ya que de un 30 % de lactantes anémicos se redujo a un 16 %, podría explicarse, con la adecuada intervención en educación alimentaria en los rigurosos controles en el consultorio y a través de las visitas domiciliarias en ambos grupos.

La lactancia materna no estaría protegiendo a estos niños durante todo el primer año de vida del desarrollo de anemia, ya que a esta edad llegan con cifras similares a las reportadas en otros estudios nacionales e internacionales (5-7,9-11). En lactantes europeos alimentados con leche materna se han encontrado prevalencias más bajas de anemia y de deficiencias de hierro (8-25).

Con este estudio se corrobora la recomendación de otros autores, sobre la necesidad de introducir un alimento fortificado con hierro, a partir de los 6 meses de edad como complemento de la leche materna (3-7, 10) ya que con el hierro dietético extra lácteo, no se cubre las necesidades nutricionales de este mineral en el grupo estudiado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la abnegada colaboración de los alumnos de la Carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad de la Frontera: Srtas. Joyce Belmar, Mónica Andrews y Sr. Fabián Campos, en la realización de visitas domiciliarias a los sectores rurales de las familias, y al personal auxiliar de Enfermería y al equipo de profesionales de la Unidad de Control de Niño Sano, del Consultorio Miraflores por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS

- Saarrinen U., Siimees M., Dallman P. Iron absorption in infants: High bioavailability of breast milk iron as indicated by the extrinsic tag method of iron absorption and by the concentration of serum ferritin. *J. Pediatr.* 91:36. 1977.
- Piccinao M., Deering R. The influence of feeding regimes on iron status during infancy. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:746, 1980.
- Owen G., Gary E., Hooper E. et al. Iron nutritive of infants exclusively breast feeding in the first five month. *Pediatr. Res.* 99:237. 1981.
- Siimes MA., Salmenpera R., Perkeentupa J. Exclusive breast feeding for 9 months. Risk of iron deficiency. *J. Pediatr.* 104:196-199, 1984.
- Pizarro F., Yip R., Dallman PR., Olivares M., Hertrampf E., Walter T. Iron status with different infant feeding regimens: relevance to screening and prevention of iron deficiency. *J. Pediatr.* 118(5): 687-692. 1991.
- Walter T., Dallman P., Pizarro F., Velozo L., Peña G., Bartholmey SJ., Hertrampf E., Olivares M., Letelier A., Arredondo M. Effectiveness of iron-fortified infant cereal in prevention of iron deficiency anemia. *Pediatrics.* 93(5): 976-982. 1993.
- Calvo EB., Galindo AC., Aspress NB. iron status in exclusively breast-fed infants. *Pediatrics.* 90(3): 375-379, 1992.
- Haschke F., Vanura H., Male C., Owen G., Pierschning B., Schuster E., Krobath E., Huemer C. Iron nutrition and growth of breast and formula-fed infants during the first 9 months of life. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 16(2): 151-156, 1993.
- Florentino F. Prevalence of nutritional anemia in infancy and childhood with emphasis of developing countries. In: *Iron nutrition in infancy and childhood.* Ed. A. Stekel. Raven Press. New York. 1984.
- Hertrampf E., Dinamarca M., Llaguno S., Stekel A. Nutrición de hierro y lactancia natural en lactantes chilenos. *Rev. Chil. Pediatr.* 58:193. 1987.
- Hertrampf E., Olivares M., Walter T., Pizarro F., Heresi G., Llaguno S., Vega V., Cayazzo M., Chadud P. Anemia Ferropriva en el lactante: erradicación con leche fortificada con hierro. *Rev. Méd. Chile.* 118:1330-37. 1990.
- Franco E., Rodríguez E., Espinoza R., Stekel A., Hertrampf E. Prevalencia de anemia por déficit de hierro en lactantes mapuches alimentados con leche materna. *Rev. Chil. Pediatr.* 18:361-65. 1987.
- Franco E., Hertrampf E., Rodríguez E., Illanes JC., Palacios L., Llaguno S., Letelier A. Nutrición de hierro en lactantes mapuches alimentados con leche materna. II Etapa. *Rev. Chil. Pediatr.* 61(5): 248-52. 1990.
- Association of Official Analytical Chemists Method. 13th ed. Washington, DC. AOAC. 212. 1980.
- Fisher DS., Price DC. A simple serum iron method using the new sensitive chromogen tripyridyl-s-triazine. *Clin. Chem.* 10:21-30. 1964.
- Gamma Dab (125 I). Ferritin Radioimmunoassay Kit Clinical Assays, Division of Travenol Laboratories Inc. Cambridge, Mass USA.
- Dallman PR., Reeves JD. Laboratory diagnosis of iron deficiency. In: Stekel A. Ed. *Iron nutrition in Infancy and Childhood.* New York. Raven Press. 1984.
- Monsen E., Hallberg L., Layrisse M., Hegsted M., Cook J., Mertz W., Finch C. Estimación de hierro utilizable de la dieta. *Am J. Clin. Nutr.* 31:134-150. 1978.
- Hallberg L., Bjorn-Rasmussen E. Measurement of iron. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:2808-15. 1981.
- Mistry AN., Britlin HC., Stoecker BJ. Availability of iron from food cooked in iron utensils. Abstract N° 4915. *Fed. Proc.* 46:1161, 1987.
- Helen C., Brittin RD., Cheryl E. and Nessaman M.S. Iron content of food cooked in iron utensil. *J. of Am. Diet. Assoc.* 86:897-901, 1986.
- Hallberg MD., Bjorn-Rasmussen E., Rossander L., Swanik R., Pleehachinda R., Tuntawiroon M. Iron absorption from some Asian meals containing contamination iron. *Am. J. Clin. Nutr.* 37:272-77. 1983.
- Peña g., Pizarro F., Walter T., Hertrampf E. Relación de nutrientes medidos por encuesta y análisis químico proximal. Presentado al IX Congreso Latinoamericano de Nutrición. La Paz, Bolivia 20-25, Septiembre 1992.
- Pizarro F., Amar M., Stekel A. Determination of iron in stools and method to monitor consumption of iron fortified products in infants. *Am. J. Clin. Nutr.* 45:484-87. 1987.
- Lafuente-Mesanza P., Ojembarrera-Martínez E., Sasiat-Altina M., Pinam-Frances MA., Urreta-Dolora MJ., Lombardero-Jiménez JL. Anemia and depletion of iron reserves in healthy 12 month-old infants. *An. Esp. Pediatr.* 37(1): 24-28. 1992.

Recibido: 03-01-1995

Aceptado: 30-05-1996

Nutritional status of institutionalised elderly in Ecuador

Denis V. Barclay¹, Laura Heredia², Joaquina Gil-Ramos³, Maria-Magdalena Montalvo³, Rebeca Lozano³, Miguel Mena³, Henri Dirren¹.

SUMMARY. The nutritional status of 111 elderly men and women aged 60 to 99 years in two institutions in the Ecuadorian Andes was evaluated using dietary, anthropometric and biochemical measurements. Mean daily energy intakes of men and women were 1720 and 1650 kcal, respectively (7.2 and 6.9 MJ), corresponding to 1.5 times the calculated basal metabolic rate (BMR). 6 % of subjects had intakes less than 1.2x BMR and 40 % less than 1.5x BMR. Body mass index (BMI) was below 20 kg/m² in 21 % of subjects; 45 % were between 20 and 24. Only one subject had a BMI over 29. Intakes of protein, calcium, iron, riboflavin and vitamin C were satisfactory, in contrast to those of zinc, vitamin A, niacin and thiamin. Using sex- and altitude-specific cut-offs for hemoglobin, anemia was observed in 11 % of subjects. Nutritional status, evaluated using biochemical indicators, was satisfactory with respect to riboflavin, vitamin A, vitamin E and copper. 14 % of subjects had low serum zinc levels and 17 % had serum albumin values below 35 g/L. Low physical activity was associated with low energy intake and low serum albumin levels.

RESUMEN. Estado nutricional de ancianos institucionalizados en el Ecuador: Se evaluó el estado nutricional de 111 ancianos de ambos sexos, entre 60 y 99 años, en dos instituciones de la Sierra de Ecuador, mediante medidas antropométricas, bioquímicas y de consumo alimentario. Los promedios de los aportes energéticos fueron 1720 y 1650 kcal para hombres y mujeres respectivamente (7.2 y 6.9 MJ), que corresponden a 1.5 veces el metabolismo basal calculado (MB); estas medidas son comparables a los requerimientos para ancianos sedentarios. El 6 % tuvieron aportes inferiores a 1.2 x MB y el 40 % menores a 1.5 x MB. El Índice de masa corporal (IMC) fue inferior a 20 kg/m² en el 20% y de 20 a 24 kg/m² en el 45 %. Los aportes de proteínas, calcio, hierro, riboflavina y vitamina C fueron satisfactorios, en contraste con los de zinc, tiamina, niacina y vitamina A. Los valores de hemoglobina fueron en un 11 % menores al punto de corte para anemia por sexo y altura. El estado nutricional, con respecto a los indicadores bioquímicos para riboflavina, vitamina A, vitamina E y cobre, fue satisfactorio. El 14 % de los ancianos tuvieron valores bajos para zinc sérico y 17 % tuvieron niveles séricos de albúmina < 35 g/L. Se observó la asociación de la escasa actividad física con los aportes bajos en energía y los valores asimismo bajos en albúmina sérica.

INTRODUCTION

The number of persons aged 60 years or more living in Latin America and the Caribbean in 1980 was 23 million, representing 6.5 % of the total population; their numbers are predicted to increase to 42 million by the year 2000 and to 97 million by 2025 (1). It is generally recognised that adequate nutrition, physical and social activity are essential for optimal health and well-being of the elderly, and the health and nutritional status of the elderly in Europe, North America and Asia have received increasing attention during the last two decades. It has been shown that the decline in tissue function and in food intake and the increase in the frequency of chronic diseases with increasing age can have a negative impact on the nutritional status of the elderly (2).

The institutionalised elderly are more likely than their free-living counterparts to suffer from nutritional deficiencies, often related to chronic diseases; despite the provision of nutritionally adequate diets, intakes of energy and other nutrients are often lower and nutritional status poorer in the former (3-8). Very little information exists concerning the nutritional status of Latin American elderly, either living at home or in institutions. The present study was thus undertaken to evaluate the nutritional status of elderly persons living

in two institutions in provincial capitals of the Ecuadorian Andes using dietary, anthropometric and biochemical surveys.

METHODS

Institutions: The study was carried out in 1992 at the Instituto Estupiñán, a public institution in Latacunga (alt. 2770m), Cotopaxi Province and at the Hogar Sagrado Corazón de Jesús, a private institution in Ambato (2575m), Tungurahua Province. These two provincial capitals are located some 90 and 120 km, respectively, south of Quito, Ecuador. At the beginning of the study, there were 56 and 120 elderly persons, respectively, residing at the two institutions in Latacunga and Ambato. In Latacunga, medical attention was available as required from local health services. In Ambato, there was a permanent medical service.

Subjects: All persons aged 60 years or more, living in either institution, characterised by the absence of severe physical or mental handicaps likely to impede adequate data collection and giving informed consent were eligible to participate in the study. A total of 111 elderly persons aged 60 to 99 years were included, 42 in Latacunga (20 men, 22 women) and 69 in Ambato (9 men, 60 women). The participation rates were thus 75 % at Latacunga and 58 % in Ambato.

Anthropometry: Anthropometric measurements were performed by the same person (LH) on 82 subjects using standard techniques (9). Briefly, weight (WT) measurements were made in the morning

1 Nestlé Research Centre, Nestec Ltd, Lausanne, Switzerland
2 Hospital Provincial del I.E.S.S., Latacunga, Ecuador
3 Nestlé R&D Center, Quito, Ecuador. Centro Nestlé de Investigación y Desarrollo para América Latina.

after breakfast with subjects in light clothing using a mechanical balance accurate to 250 g (Detecto Scales Inc., New York). The balance was calibrated daily using a known weight. Standing height (HT) was measured without shoes to the nearest 0.5cm using a vertical rule. Reclining knee height was measured to the nearest 0.5cm with a broad-blade calliper specially made by the Nestlé R&D Center, Quito. Mid-upper arm (MAC), waist (WC) and hip circumferences (HC) were measured to the nearest 0.5cm using a fibre glass tape. Body mass index (BMI, kg/m²) and waist/hip ratio were calculated. 29 subjects were unable (bedridden) or unwilling to undergo anthropometry.

Dietary intake: Food intakes were measured for 93 subjects at breakfast, midday and evening meals and at snacks on 3 separate days at least one week apart. 18 subjects were unable (illness) or unwilling to undergo dietary assessment. All foods were weighed during meal preparation in the institutions' kitchens and standard meal portions were characterised. An electronic scale (Fortec CR-105, Hong Kong) accurate to 1g was used. Specially trained observers estimated the number and/or the fraction of portions consumed per person. Nutrient intakes were calculated using the food composition tables of Ecuador (10) and INCAP (11) with additional analytical data from The Nestlé R&D Center, Quito, on common local foods. Energy intakes were also expressed as multiples of basal metabolic rate (BMR) calculated from body weight using sex-specific equations for persons over 60 years (12). The adequacy of energy and nutrient intakes was evaluated by comparison with recommended levels (12, 13).

Health status, hematology and biochemistry: A clinical history including information on chronic pathologies, current acute illnesses and medical treatment was established for 94 subjects, and fasting morning blood samples by venipuncture from 81 subjects. Blood samples were transported in a portable refrigerator to the Nestlé R&D Center, Quito where hematological measurements were carried out on the same day. Serum was separated by centrifugation, immediately frozen at -70 °C and transported on dry ice to the Nestlé Research Center, Switzerland for analysis within 6 months. All samples were protected from light at all times. Hemoglobin was measured by the cyanmethemoglobin method using a portable battery-operated COMPUR M 1100 D2 photometer. Hematocrit was determined using a battery-operated COMPUR M 1100 microcentrifuge (Compur-Electronic GmbH, Munich, Germany). Serum ferritin was measured by immunoradiometry with a Clinical Assays kit (Incstar Corporation, Stillwater, MN 55082, USA). The serum proteins albumin, C-reactive protein (CRP) and alpha-1 acid glycoprotein (AGP) were determined by immunonephelometry using Behring equipment and reagents (Behringwerke AG, Marburg, Germany). Serum levels of retinol, α and β carotene, α and γ -tocopherol were measured by reversed-phase HPLC (14) with Merck-Hitachi equipment (Merck, Darmstadt, Germany). Serum total cholesterol and whole-blood glutathione reductase activation coefficient (WBGRAC) were determined colorimetrically using a Cobas-FARA centrifugal analyser (Roche Diagnostica, Basel, Switzerland). Serum zinc and copper were measured by atomic absorption spectroscopy (Varian SpectraAA 20, Varian Techtron, Mulgrave, Australia). Data for 11 of the 81 subjects (3 men, 8 women) with high AGP (>1.4 g/L) and/or CRP (>12 mg/L) values were eliminated from the analysis since states of infection and inflammation cause changes in levels of some hematological and biochemical indicators of nutritional status.

Data analysis: Descriptive statistics comprise mean \pm SD values and percentages of subjects with values outside commonly accepted normal ranges. Sex- and altitude-specific cut-offs for hemoglobin values (15, 16) were used for the determination of the prevalence of anemia; Ambato (altitude 2575 m); men: 145 g/L; women: 135 g/L; Latacunga (altitude 2770 m); men: 147 g/L; women: 137 g/L. The probability of association between independent variables and nutritional status indicators was evaluated using the two-sided Fisher exact test; p values <0.05 were considered to be statistically significant. Data analysis was performed using the BMDP statistical package (BMDP Statistical Software, 1990, UCLA Press, Los Angeles).

RESULTS

Subject description and anthropometry: The mean ages of the subjects were 79y for men and 82y for women, and the mean duration of institutionalisation was 5 years for both sexes (Table 1). Nearly 80 % of subjects had one or more chronic diseases; they included hypertension, diabetes, rheumatism and cardiovascular diseases. 36 % of men and 56 % of women were receiving medical treatment for sight, hearing, dental, spinal and neurological pathologies. 20 % of men and 22 % of women had a BMI less than 20 kg/m², 65 % and 38 %, respectively, were between 20 and 24 kg/m², 15 % and 38 % were between 24 and 29 kg/m², and one woman only had a BMI over 29 kg/m² (Table 2).

TABLE 1

Subject description and anthropometric measurements (mean \pm SD)

		Men (n=29)	Women (n=82)
Age	Years	79 \pm 10	82 \pm 8
	range	(60-96)	(62-99)
Duration of institutionalisation	years	5 \pm 6	5 \pm 6
	range	(0-22)	(0-35)
Health status		n=24	n=70
Chronic pathology	%	79	76
Current acute illness	%	46	20
Current medical treatment	%	36	56
Anthropometry		n=22	n=60
Height*	cm	151 \pm 7	141 \pm 7
Weight	kg	49.6 \pm 6.4	45.0 \pm 9.7
Body mass index (BMI)*	kg/m ²	21.7 \pm 2.5	22.9 \pm 3.4
Midarm circumference	cm	23.6 \pm 1.9	24.2 \pm 3.3
Waist circumference	cm	81 \pm 5	77 \pm 9
Hip circumference	cm	86 \pm 4	90 \pm 9
Waist/Hip ratio	cm/cm	0.94 \pm 0.005	0.85 \pm 0.06
Knee height	cm	47 \pm 3	44 \pm 3

* 75 subjects (20 men, 55 women)

TABLE 2

Body mass index (BMI) distribution

Range		Men(n=20)	Women (n=55)
<20.0	kg/m ²	20 %	22 %
20.0 - 23.9	kg/m ²	65%	65%
24.0 - 29.0	kg/m ²	15%	38%
>29.0	kg/m ²	-	2%

Hematology and biochemistry: Mean (+ SD) values and the proportions of abnormal values of hematological and biochemical indices are given in Tables 3 and 4 for subjects with normal levels of AGP and CRP. 15 % of men and 10 % of women had low hemoglobin compared to the sex-specific altitude-corrected cut-offs, but only one subject had a low serum ferritin. 10 % of men and 19 % of women had serum albumin levels below 35 g/L. Serum total cholesterol levels were higher for women than for men and were above 6.2 mmol/l for 15 % of men and 42 % of women. Only one subject had a high glutathione reductase activation coefficient (WBGRAC>1.4). None had serum retinol levels less than 0.70 µmol/L; 6 % of women had values less than 1.05 µmol/L; 15% of men and 14 % of women had values below 1.40µ mol/L. No low α-tocopherol values or α-tocopherol/cholesterol ratios were observed. 15% of men and 14 % of women had serum zinc levels less than 10.7 µmol/L; all serum copper values were in the normal range.

TABLE 3
Hematology and biochemistry: mean±SD values

		Men (n=20)	Women (n=52)
Hemoglobin	g/L	158±15	148±11
Hematocrit	%	47±5	44±4
Albumin	g/L	39±3	38±4
Cholesterol	mmol/L	5.5±1.1	6.0±1.4
WBGRAC		1.20±0.07	1.20±0.09
Retinol	µmol/L	2.06±0.50	1.99±0.44
β-carotene	µmol/L	0.28±0.16	0.38±0.22
α-tocopherol	µmol/L	26±9	26±9
α-tocopherol/cholesterol	µmol/mmol	4.9±0.8	4.4±1.0
Zinc	µmol/L	12.4±1.5	12.1±1.4
Zinc/Albumin	µmol/L	0.32±0.05	0.32±0.03
Copper	µmol/L	17.3±2.4	19.9±2.8

Subjects with normal AGP (≤ 1.4 g/L) and CRP (≤ 12mg/L) only.

WBGRAC= Whole-blood glutathione reductase activation coefficient (riboflavin status).

TABLE 4
Hematology and biochemistry: percentage of abnormal values

	Cutoff	Men (n=20)	Women (n=52)
Hemoglobin	<145/147 g/L*	15%	
	<135/137 g/L*		10%
Ferritin	<12 µg/L	-	2%
Albumin	<35 g/L	10%	19%
Cholesterol	>6.2 mmol/L	15%	42%
WBGRAC	>1.4	-	2%
Retinol	<0.70 µmol/L	-	-
	<1.05 µmol/L	-	6%
	<1.40 µmol/L	15%	14%
α-tocopherol	<11.6 µmol/L	-	-
α-tocopherol/cholesterol	<2.5 µmol/mmol	-	-
Zinc	<10.7 µmol/L	15%	14%
Copper	<12.6 µmol/L	-	-

Subjects with normal AGP (≤ 1.4 g/L) and CRP (≤ 12mg/L) only.

* Hemoglobin cut-offs for Ambato/Latacunga.

WBGRAC= Whole-blood glutathione reductase activation coefficient (riboflavin status).

Dietary intake: Dietary intake data are given in Tables 5 and 6. Mean energy intakes were 1720 and 1650 kcal/day respectively for men and women (7.2 and 6.9 MJ/day), corresponding to 1.5 and 1.6xBMR respectively; 12% were derived from protein, 20% from fat and 68% from carbohydrate. Energy intakes less than 1.2xBMR were observed in 9% of men and 5% of women; 50% and 35%, respectively, had intakes less than 1.5xBMR. Compared to recommended levels, the nutrients with the lowest mean intakes, and with the highest proportions of subjects with low intakes, were zinc, vitamin A, niacin and thiamin. The intakes of protein, phosphorus, iron, riboflavin and vitamin C were satisfactory compared to the recommended intakes.

TABLE 5
Daily nutrient intakes: mean ± SD values

		Men (n=26)	Women (n=67)
Energy	kcal	1720±230	1650±190
	kcal/kg*	35±7	38±7
	MJ	7.2±1.0	6.9±0.8
	#BMR*	1.5±0.2	1.6±0.3
% Protein		12±1	12±1
	% Fat	20±2	2±2
	% CHO	68±3	68±2
Protein	g	51±8	49±6
	g/kg*	1.0±0.2	1.0±0.3
	%RDA*	136±29	150±30
Fat	g	39±8	37±5
	g	294±38	282±36
CHO	g	294±38	282±36
	g	5.8±1.2	5.3±0.9
Fibre	g	5.8±1.2	5.3±0.9
	mg	895±230	790±230
Calcium	mg	895±230	790±230
	%RDA	112±29	98±28
Phosphorus	mg	1010±180	930±130
	%RDA	126±23	116±17
Iron	mg	13.3±3.7	10.5±2.4
	%RDA	133±3.7	10.5±24
Zinc	mg	7.5±1.5	7.1±0.9
	%RDA	50±10	59±7
Thiamin	mg	0.87±0.20	0.75±0.13
	% RDA	72±17	75±12
Riboflavin	mg	1.37±0.30	1.30±0.25
	% RDA	98±22	108±21
Niacin	mg	9.4±2.5	8.9±1.4
	% RDA	62±16	69±11
Vitamin C	mg	105±25	96±18
	% RDA	175±41	161±30
Vitamin A	µgRE	420±100	600±160
	% RDA	42±10	75±20
β-Carotene	µg	1290±400	1870±540

* 79 subjects (22 men, 57 women)

RDA= Recommended Dietary Allowances (Ref. 13).

TABLE 6
Daily nutrient intakes: percentages of subjects with low intakes

	Cutoff	Men (n=26)	Women (n=67)
Energy*	<1.2xBMR	9%	5%
	<1.5xBMR	50%	35%
Protein *	0.50 g/kg	-	-
Calcium	533 mg	4%	2%
Phosphorus	533 mg	-	-
Iron	6.7 mg	4%	-
Zinc	10(8) mg	92%	90%
Thiamin	0.8 (0.7) mg	35%	18%
Riboflavin	0.9 (0.8) mg	12%	-
Niacin	10 (9) mg	81%	34%
Vitamin C	40 mg	-	-
Vitamin A	670 (533) µg	100%	28%

79 Subjects (22 men, 57 women)

Cutoffs for nutrient intakes (except energy) correspond to 2/3rds of US RDA (Ref. 13); values in parentheses are for women when different to those for men.

Cereals (rice, wheat, barley, oats, quinoa) and cereal products (bread, pasta) were major sources of most nutrients (Table 7); intakes of maize products were low. Milk products contributed large proportions of calcium, riboflavin, phosphorus and protein. Iron was derived mainly from cereals, with important contributions from sugars (principally panela; raw cane sugar), milk, potatoes, vegetables, fruit and legumes. Cereal and milk products were the principal sources of zinc, and vitamin A was derived almost exclusively from vegetables and milk products.

Factors associated with nutritional status: Low physical activity (Table 8) was significantly associated with low energy intake and with low serum albumin levels. Current medical treatment was also significantly associated with low energy intake. Age, duration of institutionalisation and sex were not significantly associated with energy intake or serum albumin.

TABLE 7
Daily intakes of different food groups and their percentage contributions to nutrient intakes (mean± SDD; sexes combined)

Food groups	grams/day	Energy	Prot	Fat	CHO	Fibre	Ca	P	Fe	Zn	Vit A	B1	B2	Niac	Vit C
Milk products	362±185.1	17.2	33.5	38.2	7.8	0.0	76.8	43.1	10.0	27.0	28.3	19.9	63.9	4.9	3.9
Eggs	4.2±4.5	0.4	1.1	1.3	0.0	0.0	0.3	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	1.5	0.0	0.0
Legumes	23.2±7.9	2.8	6.7	1.2	2.7	17.0	1.8	5.3	7.7	9.7	0.4	9.2	2.6	6.5	0.4
Vegetables	88.4±31.7	1.8	3.7	0.8	2.0	19.7	7.4	4.4	8.7	4.2	60.7	9.5	8.2	7.8	36.7
Fruit	101.8±65.1	6.2	2.1	0.7	9.1	17.9	2.6	3.3	8.3	1.9	4.1	7.7	4.4	6.4	26.5
Potatos	132.7±48.2	6.8	5.2	0.8	9.1	14.4	1.6	5.7	9.3	5.4	0.6	14.8	3.4	25.1	27.3
Cereal products	194.8±35.1	39.5	38.4	10.7	47.6	26.6	7.9	30.3	39.6	36.5	1.0	34.5	12.1	3.9	0.0
Maize products	10.4±9.6	2.3	1.6	0.3	3.0	1.2	0.3	1.9	1.3	3.3	0.0	34.5	12.1	33.9	0.0
Sugars	55.3±13.2	12.7	0.2	0.2	18.5	3.2	0.9	0.6	10.1	1.7	0.0	0.1	0.6	0.4	0.8
Fats and oils	16.5±3.5	8.6	0.0	42.8	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Other	0.6±1.1	0.2	0.2	0.0	0.3	0.1	0.1	0.4	0.7	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0

TABLE 8
Percentage of subjects with low energy intake and low serum albumin in function of physical activity and medical treatment

		Energy intake <1.5 BMR		Serum albumin* <35 g/L
Physical activity:	none to light	58%	p=0.265	37%
	moderate to good	31%		6%
Current medical treatment	yes	55%	p=0.061	22%
	no	24%		17.52%

* Subjects with normal AGP (≤ 1.4 g/L) and CRP (≤ 12 mg/L) only.
p values: Two-sided Fisher exact test.

DISCUSSION

The present paper describes the nutritional status of institutionalised elderly persons as evaluated using dietary, anthropometric and hematological/biochemical measurements. To our knowledge, there is no information concerning the nutritional status of the institutionalised elderly in Latin America, and despite the limitations in the representativity of the subjects studied here, these data may point to nutritional problems that may be encountered in such elderly in other Andean regions.

Energy intake: Mean daily energy intakes were comparable to the requirements of sedentary elderly; 6% of subjects however, had intakes less than 1.2 x BMR per day, and 40 % had intakes less than 1.5 x BMR. The energy requirements of the elderly are substantially lower than those of younger adults mainly due to the declines in physical activity and lean body mass with age. The average requirement for elderly people for light physical and social activity is about 1.5 x BMR whilst that of bed-bound elderly is 1.2 x BMR (17), the latter figure sometimes being referred to as the short term survival requirement (12).

Anthropometry: Low energy intake may be compensated by decreased physical activity and body mass; however, the requirements for some micronutrients may no longer be satisfied if the nutrient density of the diet is not optimal, thereby leading to deficiency. Indeed, in this group of elderly, the measured anthropometric and biochemical indices suggested the presence of chronic energy deficiency and the risk of micronutrient deficiencies. The body sizes of the elderly studied here were small compared to European and U.S. elderly. The mean body weights and heights of men and women were respectively 15-20 kg and 15-20 cm lower than for free-living European (18) and U.S. (19) elderly. The mean BMI values of 22 kg/m² for men and 23 kg/m² for women were also lower than for

European and U.S. elderly but were similar to those observed in urban Chinese (20) aged 70 years and older (men: 23.2, women: 23.0). 20% of subjects had BMI less than 20 kg/m²; such low values are likely to be associated with low energy and micronutrient intakes and status and with depressed immune response (21). On the other hand, obesity was practically absent in this group of elderly.

Serum albumin: Another indicator of sub-optimal nutritional status was the low serum albumin values; 17% of subjects had serum albumin levels below 35 g/L, after exclusion of subjects with elevated AGP or CRP levels. Mean serum albumin values were lower than those of free-living South African (47 g/L, (ref. 22)), European (41 g/L, (18)), U.S. (41-43 g/L, (23,24)) and Chinese (43 g/L, (25)) elderly, but were similar to those of institutionalised elderly in the U.S. (35-38 g/L, (6,8)) and Australia (34 g/L, (26)). In the Euronut-SENECA multi-centre study (18), only 2 % of both men and women had serum albumin values below 35 g/L, and although not controlled for, this may have been due to states of infection or inflammation which are known to significantly alter the levels of several biochemical indicators of nutritional status including serum albumin. In the present study, those subjects showing biochemical evidence of infection or inflammation, as judged by elevated serum levels of acute phase proteins (AGP > 1.4 g/L or CRP > 12 mg/L), were excluded from data analysis for that very reason. Although serum albumin is neither a specific nor a sensitive indicator of protein status (27), it is considered to be the simplest and best single predictor of mortality (28) and of general health status in the elderly. The low serum albumin levels in the present study were associated with low physical activity (Table 8) and low energy intake (data not shown) and it seems unlikely that they reflect poor protein nutritional status since protein intakes were satisfactory. The low levels observed may have been the result of pathological states leading to low physical activity and to low energy intakes; they are therefore a cause for concern and need to be examined more closely in the future.

Iron: The percentage of anemic subjects (sexes combined: 11 %; men: 15 %, women: 10 %) was higher than those observed in free-living European (men: 5.2 %, women: 5.7 % (18)) and US (men: 4.5 %, women: 3.5 %, (29)) elderly. Analysis of the NHANES II hematological data (30) revealed that anemia in infants and young women was predominantly caused by iron deficiency, in contrast to inflammatory disease in the elderly. In the present study, although iron intakes were generally satisfactory, the bioavailability of the dietary iron was probably low since only 3.4 % was derived from meat compared to 40 % from cereals, known to contain inhibitors of iron absorption such as phytic acid. However, since only one low serum ferritin value was recorded, it seems unlikely that the anemia was due to inadequate iron intake.

Zinc: Both the dietary and the biochemical data indicate suboptimal zinc nutrition in these elderly persons, in accordance with the previously demonstrated presence of zinc deficiency in preschool children in the same region (31). Mean zinc intakes were low (6-8 mg/d) and 90 % of subjects had intakes less than two-thirds of the recommended allowances. Furthermore, since most dietary zinc was obtained from plant sources, its bioavailability was probably low due to the presence of phytic acid and other inhibitors of absorption. Mean serum zinc values (men: 12.4 μ women: 12.1 μ mol/L) were slightly lower than for the 65-74 year-old North Americans (32)

studied in NHANES II (men: 13.1 μ mol/L, women: 12.8; 3 % below 10.7 μ mol/L for both sexes.). Serum zinc was not correlated with energy or zinc intakes but there was a significant correlation with serum albumin ($r=$.448; $p<$.001). Given that 60-70 % of serum zinc is bound to albumin, serum proteins should be taken into account when interpreting serum zinc levels (26,33). Zinc/albumin ratios for subjects with low serum zinc were similar to those with normal levels, and it seems likely that low serum zinc levels were related to poor general health status as well as to inadequate zinc intake.

Vitamin A: Vitamin A was derived mainly from vegetables (60 %) and milk products (28 %). Mean intakes of vitamin A (men: 420 μ gRE/day, women 600 μ gRE/day) were low and all the men and 28 % of women had vitamin A intakes below two-thirds of the recommended allowances. In spite of the this, no subjects had serum retinol levels below 0.35 μ mol/L, nor even below 0.70 μ mol/L, indicating the absence of moderate or severe vitamin A deficiency. In comparison, mean intakes in the Euronut-SENECA study (18) ranged from 300 to 1500 μ gRE/day, and there too, vitamin A status, as evaluated using serum retinol, was generally satisfactory. The NHANES I survey (34) confirmed the results of other studies in US elderly showing that even though very large proportions of elderly subjects had intakes below two-thirds of RDA, serum retinol levels were normal. This may be due, at least in part, to large hepatic retinol stores and delayed plasma clearance of retinyl esters in the elderly (35).

Other nutrients: The intakes of protein, calcium, phosphorus, riboflavin and vitamin C were satisfactory and reflected the frequent consumption of dairy products, vegetables and fruit; intakes of thiamin and niacin, however, were somewhat low. The absence of biochemical evidence of risk of riboflavin deficiency in the present study is in accordance with the intake data. The major source of riboflavin was milk products, as was the case for Guatemalan elderly (36). This is in contrast with the findings in Ecuadorian preschool children where riboflavin deficiency was highly prevalent and increased with age (15).

Dietary fat provided 20 % of energy intake, appreciably lower than the 25-40 % found in the Euronut-SENECA study (18). Mean total cholesterol levels were in the low range of the values observed in European elderly (men: 5.2-6.6 mmol/L, women: 5.9-7.8); mean values were about 0.5 mmol/L higher in women than in men, in agreement with findings in Europe (18). 15 % of men and 42 % of women had values greater than 6.2 mmol/L.

Overall, these results show that mean energy intakes, expressed in terms of BMR, were comparable to recommended levels for sedentary elderly persons, but that 6 % of subjects had intakes below their minimum calculated requirements and 21 % had a BMI < 20 kg/m². Dietary intakes of zinc, vitamin A, niacin and thiamin were low compared to recommendations. The biochemical evaluation of nutritional status gave a generally satisfactory picture, with the exception of serum albumin and zinc; vitamin A status was satisfactory despite the apparently low intakes. The presence of anemia in 11 % of these elderly subjects did not appear to be due to inadequate iron intake. Low energy intake was associated with low levels of physical activity and poor general health status as indicated by the low serum albumin levels.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank Sor Maria Rosa, Director and Sor Anselma Marchetto of the Instituto Estupiñan, Latacunga, Sor Alicia Cervantes of the Hogar Sagrado Corazón de Jesús, Ambato, and the staff and the residents of the two institutions for their participation in the study, Ing. Christian Wahli of the Nestlé R&D Center, Quito for providing financial and logistic support, Dr. Mike Koziol and Sra. Sandra Fonseca of the Nestlé R&D Center, Quito for hematological and food analyses, Ing. Francisco Peña of the Nestlé R&D Center, Quito for data handling, and the staff of the Preventive Nutrition and Statistics teams of the Nestlé Research Centre for biochemical and statistical analyses. Our acknowledgements go also to the community health workers, Rosa Caiza, Gloria Toca, Violetta Rocha and Melida Santafé for their assistance with the dietary intake measurements.

Part of this work was presented as a thesis by Lcda. Laura Heredia Lozano entitled «Estado Nutricional de Ancianos asilados en Instituciones Pública y Privada, en dos ciudades del Ecuador» at the Facultad de Nutrición y Dietética, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, in 1993.

REFERENCES

- Horwitz A. Guías alimentarias y metas nutricionales en el envejecimiento. *Arch Latinoamer Nutr* 38:723-749, 1988.
- Munro H.M. & D.E. Danford, eds. *Human nutrition - a comprehensive treatise*. Vol. 6. Nutrition, aging and the elderly. Plenum Press, New York, 1989.
- Vir S. & A.H.G. Love. Nutritional evaluation of B groups of vitamins in institutionalized aged. *Internat J Vit. Nutr. Res.* 47:211-218, 1977.
- Vir S. & A.H.G. Love. Nutritional status of institutionalized and noninstitutionalized aged in Belfast, Northern Ireland. *Am J. Clin. Nutr.* 32:1934-1947, 1979.
- Chen L.H. & W.L. Fan-Chiang. Biochemical evaluation of riboflavin and vitamin B6 status of institutionalized and non-institutionalized elderly in Central Kentucky. *Internat J Vit Nutr Res* 51:232-238, 1981.
- Smith J.L., A.A. Wickiser, L.L. Korh, A.C. Grandjean, A.E. Schaefer. Nutritional status of an institutionalized aged population. *J Am Coll Nutr* 3:13-25, 1984.
- Pinchcofsky-Devin GD & MV Kaminski. Incidence of protein calorie malnutrition in the nursing home population. *J. Am Coll. Nutr.* 6:109-112, 1987.
- Sahyoun N.R., C.L. Otradovec, S.C. Hartz, R.A. Jacob, H. Peters, R.M. Russell, R.B. McCandy. Dietary intakes and biochemical indicators of nutritional status in an elderly, institutionalized population. *Am J. Clin. Nutr.* 47:524-533, 1988.
- Chumlea WC. Anthropometric assessment of nutritional status in the elderly. In: *Anthropometric assessment of nutritional status*. JH Himes, ed. Wiley-Liss, New York, 1991.
- INN. *Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos*. Instituto Nacional de Nutrición, Quito, Ecuador, 1965.
- INCAP-ICNND. *Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina*. INCAP, Guatemala, 1961.
- FAO/WHO/UNU. *Energy and protein requirements*. WHO technical report series, No. 724. WHO, Geneva, 1985.
- National Research Council. *Recommended Dietary Allowances*. 10th edition. National Academy Press, Washington, 1989.
- Hess D., H.E. Keller, B. Oberlin, R. Bonfanti, W. Schüep. Simultaneous determination of retinol, tocopherols and lycopene in plasma by means of high-performance liquid chromatography on reversed phase. *Internat J. Vit. Nutr. Res.* 61:232-238, 1991.
- Freire W., H. Dirren, J.O. Mora, P. Arenales, E. Granda, J. Breilh, A. Campaña, R. Páez, L. Darquea, E. Molina. Diagnóstico de la Situación Alimentaria, Nutricional y de Salud de la Población Ecuatoriana de Menor de Cinco Años (DANS). CONADE, MSP, Quito, Ecuador, 1988.
- Dirren H., M.H.G.M. Logman, D.V. Barclay, W.B. Freire. Altitude correction for hemoglobin. *Europ J. Clin. Nutr.* 48:625-632, 1994.
- James W.P.T., A. Ralph, A. Ferro-Luzzi. Energy needs of the elderly: a new approach. In: *Human nutrition - a comprehensive treatise*. Vol. 6. Nutrition, aging, and the elderly. HN Munro, DE Danford, eds. Plenum Press, New York, 1989.
- Euronut-SENECA. *Nutrition and the Elderly in Europe*. *Europ J. Clin. Nutr.* 43 (suppl. 3), 1991.
- Garry P.J., J.S. Goodwin, W. Hunt C., E.M. Hooper, A.G. Leonard. Nutritional status in a healthy elderly population: dietary and supplemental intakes. *Am J. Clin. Nutr.* 36:319-331, 1982.
- Side X., S. Mingtang, Z. Shuquan, M. Zhaomei, X. Yinzhi, L. Jujuj, W. Jun, J. Kui. Anthropometric and dietary survey of elderly Chinese. *Br. J Nutr.* 66:355-362, 1991.
- Chumlea W.C., A.F. Roche, M.L. Steinbaugh. Anthropometric approaches to the nutritional assessment of the elderly. In: *Human nutrition - a comprehensive treatise*. Vol. 6. Nutrition, aging, and the elderly. HN Munro, DE Danford, eds. Plenum Press, New York, 1989.
- Walker A.R.P., B.F. Walker, B. Manetsi, O. Molefe, A.J. Walker. Serum albumin in rural elderly Africans. *Internat J Vit Nutr Res* 61:339-345, 1991.
- Munro H.N., R.B. McCandy, S.C. Hartz, R.M. Russell, R.A. Jacob, C.L. Otradovec. Protein nutrition of a group of free-living elderly. *Am J Clin Nutr* 46:586-592, 1987.
- Garry P.J., W.C. Hunt, D.J. Vanderjagt, A.L. Rhyne. Clinical chemistry reference intervals for healthy elderly adults. *Am J. Clin. Nutr.* 50:1219-1230, 1989.
- Woo J., C.K. Cheung, S.C. Ho, Y.T. Mak, R. Swaminathan. Protein nutritional status of elderly Chinese in Hong Kong. *Europ J Clin Nutr* 42:903-909, 1988.
- Flint D.M., M.L. Wahlqvist, T.J. Smith, A.E. Parish. Zinc and protein status in the elderly. *J. Hum Nutr.* 35:287-295, 1981.
- Shetty P.S., K.E. Watrasiewicz, R.T. Jung, W.P.T. James. Rapid-turnover transport proteins: an index of subclinical protein-energy malnutrition. *Lancet* ii:230-232, 1979.
- Agarwal N., F. Acevedo, L.S. Leighton, C.G. Cayten, C.S. Pitchumoni. Predictive ability of various nutritional variables for mortality in elderly people. *Am J. Clin. Nutr.* 48:1173-1178, 1988.
- Yip R., C. Johnson, P.R. Dallman. Age-related changes in laboratory values used in the diagnosis of anemia and iron deficiency. *Am J Clin Nutr* 39:427-436, 1984.
- Dallman P.R., R. Yip, C. Johnson. Prevalence and causes of anemia in the United States, 1976 to 1980. *Am J Clin Nutr* 39:437-445, 1984.
- Dirren H., D.V. Barclay, J. Gil-Ramos, R. Lozano, M.M. Montalvo, N. Dávila, J.O. Mora. Zinc supplementation and child growth in Ecuador. In: L.H. Allen, J.C. King, B. Lonnerdal, Eds. *Nutrient Regulation During Pregnancy, Lactation and Infant Growth*. *Advances in Experimental Medicine and Biology* series. New York, Plenum Press, 1994, p.209-216.
- Pilch S.M. & F.R. Senti. Analysis of zinc data from the second national health and nutrition examination survey (NHANES II). *J Nutr* 115:1393-1397, 1985.
- Puri P., D. Kenny, E.J. Guiney. The need to consider changes in plasma proteins in interpreting post-operative plasma zinc changes. *Clin. Chim Acta* 110:341-344, 1981.
- Yearick E.S., M.S.L. Wang, S.J. Piasis. Nutritional status of the elderly: dietary and biochemical findings. *J Gerontol* 5:663-671, 1980.
- Krasinski S.D., J.S. Cohn, E.J. Schaefer, R.M. Russell. Postprandial plasma retinyl ester response is greater in older subjects compared with younger subjects. Evidence for delayed plasma clearance of intestinal lipoproteins. *J Clin Invest* 85:883-892, 1990.
- Boisvert W.A., C. Castañeda, I. Mendoza, G. Langeloh, N.W. Solomons, S.N. Gershoff, R.M. Russell. Prevalence of riboflavin deficiency among Guatemalan elderly people and its relationship to milk intake. *Am J. Clin. Nutr.* 58:85-90, 1993.

Recibido: 03-02-1995

Aceptado: 09-02-1996

Masa ósea en pacientes con enfermedad celiaca

Laura Leiva¹, Raquel Burrows¹, Gloria Ríos², Carmen Bergenfried², Francisco Larrain³, John Wenger⁴, Ricardo Lillo⁵,
Julio Espinoza⁶, Hugo Pumarino⁷ y Santiago Muzzo¹

RESUMEN. Se evaluó el contenido mineral óseo mediante la técnica de densitometría isotópica bifotónica (densitómetro modelo Norland 2600, Gd 153) en cuerpo entero, columna lumbar y cadera, en diecisiete pacientes celiacos (entre 6 y 12 años de edad) con buena adhesión al tratamiento dietético. El diagnóstico de la enfermedad había sido hecho antes de los 30 meses en el 50% de los casos y el tiempo de tratamiento en promedio era de 69,8±36 meses. El grupo control estuvo formado por 48 escolares de igual edad y sexo seleccionados al azar de un colegio de nivel socioeconómico medio. Los resultados de masa ósea total (MOT) y de densidad mineral ósea (DMO) en celiacos y controles se calcularon como puntaje z con respecto a los valores de referencia establecidos previamente por los autores en población escolar chilena. Las pacientes celiacos tuvieron significativamente menor MOT y DMO que las controles en cuerpo entero (-1.11±0.94 vs 0.00±0.85 y -0.59±0.76 vs 0.06±0.84 respectivamente) y en columna (-0.79±1.04 vs 0.003±0.92 y -1.49±0.99 vs -0.06±0.87 respectivamente). En cadera sólo se encontraron diferencias significativas en MOT de cuello femoral (-0.62±1.28 vs -0.08±0.82), sin diferencias en la DMO.

A pesar de un diagnóstico temprano y la buena adhesión al tratamiento libre de gluten se encontró un déficit en la masa ósea de pacientes celiacos, que no puede atribuirse solamente a su menor estatura. No es posible identificar los mecanismos involucrados en la producción de éste déficit, pero si señalar a las pacientes celiacos como un grupo con mayor riesgo de desarrollar osteoporosis en su vida futura, hecho que debe ser considerado en el tratamiento de esta enfermedad.

INTRODUCCION

La enfermedad celiaca es una enfermedad sistémica causada por una intolerancia permanente al gluten de la dieta. Se caracteriza por una absorción intestinal dañada y anormalidades histológicas de la mucosa del duodeno y yeyuno, que puede llevar a una desnutrición importante. Los síntomas de la enfermedad son variables, durante la etapa activa son comunes la esteatorrea y el compromiso multisistémico, retraso de talla frecuente, en ocasiones se han descrito alteraciones del metabolismo óseo, que ocurren precozmente a consecuencia del defecto de la absorción intestinal para el calcio y la vitamina D. Estas alteraciones pueden llegar a producir raquitismo, osteomalacia y

SUMMARY. **Bone mass in celiac patients.** Bone mineral content was measured in the whole body, the spine (L2-L4) and hip by Dual Photonic Absorpciometry (densitometer Norland 2600 Gd-153), in seventeen celiac patients, aged 6 to 12 years, with good adherence to the gluten free diet. The diagnosed was made before 30 months of age in 50% of cases. Average treatment duration was 69.8±36 months. The randomly selected control group was composed of 48 school age children, of the same age and sex of patients. Total bone mass (TBM) and bone mineral density (BMD) were expressed as Z scores on the basis of normal values established by the authors in Chilean children. Celiac patients had lower TBM and BMD of whole body, than controls (-1.11±0.94 vs 0.00±0.85 and -0.59±0.76 vs 0.06±0.84, respectively) and at the spine (-0.79±1.04 vs 0.003±0.92 and -1.49±0.99 vs -0.06±0.87 respectively). A lower TBM was founded at the hip (-0.62±1.28 vs -0.08±0.82) without differences in BMD. Celiac patients had a lower bone mass than controls despite early diagnosis and good compliance with the gluten-free diet. These differences could not be attributed entirely to the lower height of celiac patients. These results suggest that celiac patients constitute a risk group for development of osteoporosis later in life. This fact should be taken into consideration in the treatment of this condition.

disminución de la masa mineral ósea (1-5).

El tratamiento de la enfermedad celiaca consiste en una alimentación libre de gluten. La buena adhesión a esta indicación elimina los síntomas, permite la recuperación de la mucosa intestinal, normaliza la absorción intestinal y restablece el estado nutricional, aun cuando se ha descrito que puede perdurar un índice de masa corporal menor que el de controles sanos de igual edad (6). No está claro si luego de un tratamiento adecuado, la normalización de los índice antropométricos y de laboratorio se acompañan de la normalización del metabolismo óseo y de la masa ósea en estos pacientes (7).

Nos interesó evaluar la masa ósea en un grupo de pacientes celiacos, que seguían adecuadamente el régimen libre de gluten, con el fin de evaluar si la buena adhesión al tratamiento dietético se asocia a una masa ósea comparable a la de controles sanos de igual edad.

MATERIAL Y METODO

Se seleccionaron 17 pacientes celiacos de sexo femenino, entre los 6 y los 13 años de edad, en los servicios de gastroenterología pediátrica de 3 hospitales de Santiago de Chile. Todas ellas cumplían con los siguientes requisitos:

1. Haber tenido una buena adhesión al régimen libre de gluten, por un período de ±año, lo que fue evaluado por parte de los médicos tratantes en base a la evaluación clínica y a parámetros de laboratorio como el test de xilosa y la carotinemia.

- 1 Unidad de Endocrinología. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile
- 2 Departamento de Gastroenterología, Hospital Exequiel González Cortés
- 3 Departamento de Gastroenterología. Hospital Roberto del Río
- 4 Departamento de Gastroenterología, Hospital Luis Calvo Mackenna
- 5 Unidad de Medicina Nuclear. Facultad de Medicina. Universidad de Chile
- 6 Unidad de Gastroenterología. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile.
- 7 Departamento de Endocrinología. Facultad de Medicina. Universidad de Chile

2. Enfermedad comprobada con al menos dos biopsias intestinales.
3. Haber tenido un peso de nacimiento igual o mayor a 2500 g y ser producto de un embarazo de término.
4. No haber ingerido en forma mantenida medicamentos que pudieran haber alterado el metabolismo óseo (corticoides, anticonvulsivos)
5. Contar con la autorización de los padres para su ingreso al estudio.

Como grupo control se seleccionaron aleatoriamente, en un colegio de nivel socioeconómico medio de Santiago, 48 escolares sanos, con peso para la talla y talla para la edad normales al momento del estudio y que habían nacido de término, con un peso mayor de 2500 g.

A los pacientes y a los controles se les efectuó un examen clínico donde se les determinó el peso mediante una balanza de precisión y la estatura con un cartabón; se evaluó el estado nutricional (peso para la talla) y estatural (talla para la edad) adecuándolos al percentilo 50 de las tablas OMS (8). La etapa de desarrollo puberal se evaluó de acuerdo a los estadios de desarrollo mamario según Tanner (9). Se obtuvieron los datos del período de recién nacido y en los pacientes se consignaron los datos de la evolución de la enfermedad.

La ingesta de alimentos se evaluó mediante tres encuestas de recordatorio de 24 hrs, efectuadas en días hábiles no consecutivos. Las encuestas alimentarias se analizaron mediante un programa computacional utilizando los datos de la tabla de composición de los alimentos chilenos (10). El nivel socio-económico se evaluó por la escala Graffar modificado (12).

Se efectuó una densitometría ósea de cuerpo entero, columna lumbar (L2-L4) y cadera, que fue realizada en un densitómetro isotópico Norland 2600 (Gd153). Los datos de MOT (g) y DMO (g/cm²) se expresaron como puntaje z respecto al valor de referencia para la edad extraído de una curva de valores normales confeccionada por los autores utilizando el mismo densitómetro Norland 2600 en escolares sanos de nivel socioeconómico medio (10).

RESULTADOS

Características generales de la muestra: el nivel socioeconómico de las pacientes, de acuerdo a la escala de Graffar modificada (cuyo puntaje va de 1 a 6, siendo 1 alto y 6 nivel miseria) varió entre 3 y 5 puntos, correspondiendo el 82% de los casos al nivel socioeconómico medio (Graffar 3 y 4). Al nacer las pacientes celiacas tuvieron un significativo menor peso y talla que el grupo control, sin diferencias en la edad gestacional.

La Tabla 1 muestra las características de las pacientes celiacas. En nueve de las diecisiete pacientes analizadas (52.9%) el diagnóstico se realizó antes de los 27 meses de vida y sólo dos casos (11.7%) fueron diagnosticados después de los diez años de edad. Los restantes 6 casos (35%) fueron diagnosticados entre los 3 y los 7 años. Al comparar la edad al momento del presente estudio y los años de tratamiento se puede apreciar que doce de los casos analizados han tenido tratamiento gran parte de su vida. Con respecto al estado nutricional se observa que al momento de realizar este estudio persiste un déficit de peso (<90 % de adecuación de peso para la talla) es. solo uno de los 6 casos que lo presentaban al momento del diagnóstico de la enfermedad, encontrándose sobrepeso (sobre el 110 % de la adecuación del peso para la talla en 4 casos. Del mismo modo persistió un déficit de talla (<95 % de adecuación) en 8 de los 12 pacientes que lo presentaban al momento del diagnóstico.

TABLA 1
Características de las pacientes celiacas

Paciente	Edad estudio	Edad de diagnóstico	Tratamiento (años)	% T/E	% P/T
L.C.	11.02	10.07	07	90.3	114.3
P.L.	12.02	11.05	08	83.8	100.4
V.M.	8.07	5.06	3.1	97.6	115.3
S.H.	10.05	7.00	3.5	97.2	96.5
V.C.	6.05	2.02	4.3	88.7	97.0
P.L.	6.00	1.7	4.4	96.0	101.1
N.H.	8.00	3.05	4.6	94.5	101.9
A.V.	11.11	7.01	4.8	98.5	121.7
D.A.	6.00	1.02	4.8	100.6	101.5
P.Z.	7.02	1.07	5.6	93.0	95.8
J.R.	11.01	4.06	6.1	92.9	94.7
G.O.	12.05	5.00	7.4	91.2	105.7
D.C.	10.11	2.01	8.8	93.3	157.9
G.G.	10.09	1.00	9.8	95.4	84.3
J.O.	11.00	1.02	9.8	91.9	93.7
E.E.	11.04	1.04	10	94.2	92.5
S.F.	11.06	1.06	10	102.3	90.7

Al comparar la antropometría de las celiacas y los controles (Tabla 2), se observó al momento del estudio que las pacientes celiacas tenían una adecuación de talla para la edad significativamente menor que el grupo control, sin diferencias en la adecuación de peso para la talla ni en el porcentaje de grasa corporal.

TABLA 2
Características antropométricas de celiacas y controles

	CELIACAS	CONTROLES	p
EDAD (meses)	118±26.3(a)	127±23.9	n.s
T/E %	94.2±4.4	100.52±4.5	<0.001
P/T %	103.8±16.5	107.5±17.5	n.s.
grasa corporal (%)	21.0±11.1	23.7±10.58	n.s.

(a) Promedio ±DE

* Significancia según t Student

La Tabla 3 muestra la ingesta de nutrientes de los pacientes celiacas y de los controles. No existieron diferencias significativas en la ingesta de calorías, proteínas, calcio ni fósforo entre pacientes y controles. Las calorías provenían en un 13 % de las proteínas, 62 % de los hidratos de carbono y 28 % de los lípidos. Sólo un caso de los analizados tuvo una ingesta de proteínas bajo la recomendación, registrándose en la ingesta proteica del grupo total una variación entre 92 a 480 % de adecuación a la recomendación. La ingesta de calcio fue adecuada (igual o mayor al 100 % de la recomendación para la edad de la RDA) en 24 % de las pacientes celiacas. De las restantes un 24 % ingirió menos del 50 % de la recomendación y 52 % tuvo una ingesta que cubrió entre el 50 y el 99 %. Esta situación fue muy similar a la del grupo control, donde también se encontró 25 % con ingestas adecuadas, y un 25 % que ingiere menos de la mitad de lo recomendado para su edad. La relación Ca/P de la dieta fue de 0.8±0.2.

TABLE 3
Ingesta de nutrientes de pacientes y controles

	CELIACAS (n)	CONTROLES (n)	p*
Calorías	1850±678(a)	1963±513	n.s.
Proteínas (g)	56±20	65±20	n.s.
Calcio (mg)	720±288	794±332	n.s.
Fósforo (mg)	840±117	924±320	n.s.

(a) Promedio ±DE

* Significancia según t Student

Las pacientes celiacas tuvieron un MOT y DMO significativamente menor que las controles tanto en cuerpo entero (Tabla 4) como en columna (Tabla 5), lo que significó una desviación típica mayor y por debajo del promedio de los valores de referencia en ambos parámetros, siendo este efecto más marcado en la DMO de columna.

TABLE 4
Masa ósea en cuerpo entero

	CELIACAS	CONTROLES	p
MOT (z)	-1.11±0.94 (a)	0.00±0.85	<0.001
DMO(z)	-0.59±0.76	0.06±0.84	<0.025

(a) Promedio ±DE

* Significancia según t Student

TABLE 5
Masa ósea en columna lumbar

	CELIACAS	CONTROLES	p
MOT (z)	-0.79±1.04 (a)	-0.003±0.92	<0.01
DMO(z)	-1.49±0.99	-0.06±0.87	<0.001

(a) Promedio ±DE

* Significancia según t Student

En cuello femoral (Tabla 6) las pacientes celiacas mostraron una MOT significativamente menor que los controles sin diferencias en la DMO.

TABLE 6
Masa ósea en cuello femoral

	CELIACAS	CONTROLES	p
MOT (z)	-0.62±1.28(a)	-0.08±0.82	<0.05
DMO(z)	-0.27±0.82	-0.07±0.84	n.s.

(a) Promedio ±DE

* Significancia según t Student

En trocánter y en el triángulo de Ward no se encontraron diferencias significativas en el MOT ni en DMO al comparar celiacas y controles.

TABLE 7
Masa ósea en trocánter y triángulo de Ward

	CELIACAS	CONTROLES	p
TROCANTER			
MOT (z)	-0.72±0.93(a)	0.08±0.85	n.s.
DMO(z)	-0.19±0.95	-0.00±0.93	n.s.
WARD			
MOT(z)	-0.63±1.44	0.02±0.82	n.s.
DMO(z)	-0.08±0.92	-0.06±0.82/	n.s.

(a) Promedio ±DE

* Significancia según t Student

DISCUSION

Se encontró una masa ósea significativamente menor en las pacientes celiacas al compararlas con las controles sanas de igual edad. Esta menor masa ósea se encontró a pesar de que la mayoría de los casos fueron diagnosticados antes de los 2 años de edad, por lo que han estado gran parte de su vida bajo una dieta sin gluten, y que al momento del estudio estaban clínicamente asintomáticas.

La menor masa ósea quedó demostrada tanto en el MOT como en la DMO en cuerpo entero y columna, por lo que las significativas diferencias encontradas en las celiacas con respecto a las controles no podría atribuirse solamente a la menor estatura de las pacientes celiacas. El hecho que el 77 % de las pacientes tuviera una ingesta de calcio menor a la recomendación para la edad, podría estar contribuyendo al menor MOT y DMO encontrada, sin embargo en ningún caso podría explicar por sí sola esta condición, ya que la baja ingesta de calcio se dio también en el grupo control.

Este estudio no permite concluir sobre los factores que estarían produciendo una menor masa ósea en estas pacientes, pero si llamar la atención respecto a que aun con una buena adhesión al régimen sin gluten y con un buen control de la enfermedad, estas pacientes presentaron una osteopenia al compararlas con un grupo control, sano de igual edad y sexo.

Trabajos publicados recientemente han señalado que en la enfermedad celiaca habría una alteración del metabolismo de la vitamina D, con una vida media más corta (13), una falla en la respuesta a la vitamina D de las proteínas presentes en el ribete estriado del enterocito involucradas en el transporte activo del calcio (14), y alteraciones de la absorción debidas a trasgresiones involuntarias al régimen libre de gluten (15). Estos factores podrían estar influyendo en los resultados obtenidos, pero independiente de cuales sean estos factores, la menor masa ósea de estas pacientes hace que constituyan un grupo con mayor riesgo de sufrir osteoporosis en la ancianidad. Actualmente estamos realizando una intervención nutricional con calcio y vitamina D, con el fin de evaluar el efecto en el metabolismo óseo y en el desarrollo de la masa ósea de estos pacientes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con el financiamiento de los proyectos M3259-9212 del Departamento Técnico de Investigación de la Universidad de Chile (D.T.I.) y del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT).

Los autores desean destacar la valiosa colaboración de los colegios D200 y Nuestra Señora del Pilar de la comuna de Macul, por haber ayudado, a formar el grupo control.

REFERENCIAS

1. Bonamico M., Sciré G., Mariani P., Pasquino AM., Triglione P. Scaccia S., Ballati G., Boshnerini B. Short stature as the primary manifestation of monosymptomatic celiac disease. *J Pediatric Gastroenterology and Nutrition*; 14:12-16, 1992.
2. Nelson R. Celiac disease in children of Asian immigrants. Mc Neish AS, Anderson Ch. *The Lancet*; 17:348-350, 1973.
3. Caraceni MP., Molteri N., Bardetelkla MT., Ortolani S., Nogarta A., Bianchi PAS: Bone and mineral metabolism in adult celiac disease. *Am J Gastroenterol*, 3:274-277, 1988.
4. Pumarino H., Campino C., Palma R., Michelsen H., Generini G. Metabolismo mineral e hiperparatiroidismo secundario en la enfermedad celiaca. *Rev Med Chile*, 1065-1071, 1985.
5. Lindh E., Ljunghall S., Larsson K., Lavo K. Screening for antibodies against gliadin in patients with osteoporosis. *Jour Int Med*, 231:403-406, 1992.
6. Bode S., Hassager C., Guddmand-Hoyer E., Christiansen C. Body composition and calcium metabolism in adult treated celiac disease. *Gut*; 32, 1342-1345, 1991.
7. Molteni N. Caraceni, MP, Bardella MT, Ortolani S., Gianbattista G., and Biachi P. Bone mineral density in adult celiac patients and the effect of gluten-free diet from childhood. *Amer. J of Gastroent*, 85(1):51-53, 1990.
8. Jeliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. OMS 1968.
9. Tanner JM, Growth at adolescence. Blackwell Scientific Publication, Philadelphia.
10. Schmidt Hebbel H., Penacchiotti Y., Meñila MA y cols. Tabla de composición química de los alimentos chilenos. 8 Ed. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química, 1990.
11. Alvarez ML, Ivanovic D. Escala para la medición de nivel socioeconómico en el área de la salud. *Rev med Chile*, 113(3):243-249, 1985.
12. Muzzo S., Leiva L., Burrows Rr., Jara A., Pozo M., Lillo R., Pumarino H. Valores de mineralización ósea en niños chilenos determinados por densitometría ósea bifotónica. *Arch Lat Nutr*; 45(2) en prensa 1995.
13. Batchelor AJ, Watson G., Compston JE. Changes on plasma half-life clearance of 3H-25 hydroxyvitamin D3 in patients with intestinal malabsorption. *Gut*, 23:1068-1071, 1982.
14. Colston KW, Mackay AG, Finalyson C., Y Wu JC, Maxwell JD. Localization of vitamin D receptor in normal human duodenum and in patient with coeliac disease. *Gut*, 35:1219-122, 1994.
15. Walters J., Banks L., Butcher G., Fowler C. Detection of low bone mineral density by dual energy X ray absorptiometry in unsuspected suboptimally treated coeliac disease. *Gut*, 37:220-224, 1995.

Recibido: 04-08-1994

Aceptado: 10-05-1996

Competencia materna y desnutrición infantil, un instrumento para su evaluación

Susana Noemí Di Iorio.¹ y María Adelaida Rodrigo²

Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) Unidad de Rehabilitación Nutricional, Hospital de Niños «Sor María Ludovica». La Plata, Argentina

RESUMEN. En la Unidad de Rehabilitación Nutricional del Hospital de Niños «Sor María Ludovica» de La Plata se diseñó un inventario que permite observar en el consultorio ciertas pautas de conducta que puedan detectar precozmente alteraciones en el vínculo madre-hijo. Fue evaluada una muestra constituida por 50 madres y su niño de entre 1 y 24 meses que padeciera desnutrición moderada o severa de causa primaria y 50 madres y su niño de igual grupo de edad, sexo y nivel socioeconómico que el grupo experimental que nunca hubieran padecido desnutrición. Se administró dicho inventario, que consta de los siguientes ítems: 1) conducta materna verbal, 2) conducta materna afectiva, 3) higiene del niño, 4) estimulación del desarrollo, 5) participación de otras personas en la crianza del niño, 6) coherencia entre discurso y actitud de la madre. El inventario ha sido sensible al objetivo propuesto, mostrando una diferencia altamente significativa al correlacionar madre-hijo eutrófico y madre-hijo desnutrido.
Palabras Claves: Competencia materna, conducta materna, desnutrición infantil, instrumento de evaluación.

SUMMARY: Maternal competence and infant undernutrition: an instrument for its evaluation. At the Unit of Nutritional Rehabilitation of La Plata Children's Hospital «Sor María Ludovica» an inventory was designed to observe in outpatient clinics certain behaviors allowing an early detection of disorders in mother-child link. We evaluate a sample of 50 mothers with their children between 1 and 24 months presenting moderate or severe undernutrition of primary cause, as well as 50 mothers with their children of the same age, sex, social and economical level of the experimental group who never presented undernutrition. This inventory, which has the following parts, was applied: 1) verbal maternal behaviour, 2) affective maternal behavior, 3) child's hygiene, 4) stimulation of development, 5) participation of other persons in child's care, 6) consistency between mother's discourse and attitudes. The inventory has been sensitive to the proposed objective, showing a highly significant difference when correlate mother-well nourished child and mother-undernourished child.

Keywords: Maternal competence, maternal behaviour, child undernutrition, evaluation instruments

INTRODUCCION

Durante mucho tiempo se pensó que en las primeras semanas de vida, los sentidos de un bebé no eran capaces de captar información procedente del mundo exterior. Sin embargo ha sido demostrado por numerosas investigaciones que el aparato sensorial del bebé se halla perfectamente formado, y está particularmente sintonizado con respecto a estímulos correspondientes al lenguaje humano (1,2). Existe un gran número de datos demostrativos de que el desarrollo no tiene lugar en el vacío, sino que exige un entorno que estimule al lactante a realizar sus potencialidades.

Los niños procedentes de hogares deficitarios, donde reciben escasa estimulación intelectual, pocas oportunidades para satisfacer sus curiosidades y limitadas ocasiones para explorar el mundo, ya en sus primeros años de vida quedan por debajo del desarrollo normal en su grupo de edad, particularmente en las capacidades relativas al lenguaje (3).

En la relación madre-hijo son múltiples las causas intervinientes que interactúan, se complementan y potencian, resultando de ello una

día particular en cada caso; por lo tanto su estudio debe realizarse desde una perspectiva bidireccional y multicausal. En los últimos años se ha incrementado el número de investigaciones dirigidas a examinar en qué forma influyen las variaciones del medio social y las primeras experiencias sobre el desarrollo de la competencia infantil (4-6).

Se ha demostrado que los riesgos neurológicos e intelectuales asociados a la desnutrición se reducen considerablemente cuando la atención en los primeros meses de vida y las condiciones ambientales en los primeros años se dirige a la promoción del desarrollo del niño.

La participación en los procesos de maduración del niño es sumamente compleja; le plantea a los padres exigencias enormes, siendo al principio la propia madre la que constituye el ambiente facilitador. En ese momento ella misma necesita respaldo.

Al comienzo de la vida, el individuo aparece por así decirlo sin defensas, es vulnerable. Sólo se puede alcanzar la etapa de individuación, la afirmación del yo soy; porque existe un ambiente protector. El primero lo constituye la madre preocupada por su niño y orientada hacia sus requerimientos. Los infantes no pueden empezar a ser sino en ciertas condiciones; llegan a ser de diferentes modos según esas condiciones sean favorables o desfavorables (5).

Cada madre debe mostrar una considerable flexibilidad para ajustarse a las peculiaridades de su hijo, teniendo lugar aquí un proceso durante el cual madre e hijo han de adaptarse mutuamente.

Las respuestas de las madres frecuentemente están determinadas por las conductas específicas de los niños, que cuando son desnutridos presentan características tales como ser quejosos e irritables, o

1 Miembro de GEREN. Profesional Asistente de la Carrera del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la CIC.

2 Directora de GEREN. Investigadora Independiente de la CIC y Jefa de la Unidad de Rehabilitación Nutricional, Hospital de Niños «Sor María Ludovica»

hipoactivos y no demandantes. Se establece así un modelo de interacción que actúa en deterioro de las relaciones interpersonales y del aprendizaje temprano.

A partir de observaciones de conductas que presentan las madres de niños que padecen desnutrición y son atendidos en la Unidad de Rehabilitación Nutricional, y preocupados pro el riesgo que implica esta situación, nos propusimos la creación de un instrumento simple que permita alertar tempranamente al equipo de salud, sobre disfunciones en este proceso.

Objetivos: Objetivo general: Promover un óptimo desarrollo en los niños.

Objetivos específicos:

- 1) crear un inventario que permita observar en el consultorio, ciertas pautas de conducta que puedan ser indicadores de que existe un riesgo en la constitución del vínculo madre-niño;
- 2) detectar precozmente alteraciones en el vínculo madre-hijo.

MATERIALES Y METODOS

Muestra: La muestra estuvo constituida por:

Grupo Experimental (GE): 50 binomios madre-hijo con las siguientes características: niños que presentaran desnutrición de grado moderado o severo, de causa primaria, que tuvieran entre 1 y 24 meses.

- Grupo Control (GC): 50 binomios madre-hijo, con las siguientes características: niños que nunca padecieron episodios de desnutrición y que pertenecieran al mismo grupo de edad, sexo, nivel socioeconómico y lugar de residencia que el grupo experimental.

Método: En la Unidad de Rehabilitación Nutricional del Hospital de Niños de La Plata, se realiza la asistencia sistemática interdisciplinaria de los niños desnutridos de causa primaria. En una investigación referida al seguimiento de 100 niños desnutridos durante cuatro años, se observó la conducta materna, considerándose como unidad de análisis observacional el binomio madre-hijo. (CIC- Informe interno).

A partir de la observación de ciertas conductas en la díada madre-hijo que se reiteraban frecuentemente durante los controles clínicos psicológicos y la revisión de bibliografía especializada (1) (4) (7) (8), se identificaron las siguientes categoría como las más representativas:

1. Conducta materna verbal.
2. Conducta materna afectiva
3. Higiene del niño
4. Estimulación del desarrollo
5. Participación de otros miembros en la crianza del niño
6. Coherencia entre discurso y actitud de la madre

Anexo 1
Dimensión: Relación Madre-Hijo

CATEGORIA	INDICADOR	ITEM
Conducta verbal	Vocalización espontánea Respuesta a la vocalización	1 ó más veces de respuesta positiva.
Conducta afectiva	Contacto corporal Contacto gestual	Caricias, besos, sostén, miradas, sonrisa.
Higiene	Higiene corporal. Vestimenta	Grado de higiene. Observación de la vestimenta del niño, adecuada a la temperatura.
Promoción del desarrollo	Prácticas de estimulación. Creencias maternas sobre desarrollo infantil.	Presencia de materiales que sirvan a tal fin. Concepto sobre desarrollo. Percepción de la relevancia de la estimulación; acciones orientadas a promover el desarrollo.
Crianza	Agentes intra-extra familiares que participan en la crianza del niño.	Participación de otros miembros en la crianza del niño.
Coherencia entre prácticas y creencias sobre crianza	Discurso materno. Condición del niño.	Adecuación a las respuestas.

Se diseñó la Guía para la observación de la conducta materna, a fines de ser probada durante la entrevista clínica. (Anexo 2).

Anexo 2
Guía para la observación de la conducta materna

	SI	NO	NO OBS.
1. Conducta materna verbal			
a. La madre vocaliza espontáneamente al niño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. La madre responde a las vocalizaciones del niño, con respuesta vocal o verbal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Conducta materna afectiva			
a. La madre le ofrece contacto corporal (Caricias, besos, sostén).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. La madre mira o sonrío al niño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. La madre cuida la higiene del niño			
a. La madre cuida la higiene corporal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. La madre provee una vestimenta adecuada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Promoción del desarrollo			
a. La madre estimula el desarrollo del niño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Opinión de la madre acerca de qué es importante hacer para favorecer el desarrollo del niño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Participación de otras personas en la crianza del niño			
a. Intervención de vecinos, hermanos, otros familiares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Coherencia entre discurso y actitud.			
a. La madre responde a las preguntas en forma adecuada y es coherente con el estado general del niño.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

• Grupo de Estudios en Rehabilitación Nutricional

• Unidad de Rehabilitación Nutricional Hospital de Niños Sor María Ludovica La Plata, Buenos Aires

• C.I.C. Comisión de Investigaciones Científicas

Pcia. de Buenos Aires

La metodología empleada consiste en la valoración del vínculo madre-hijo, por medio de la puntuación positiva de cada ítem. Las respuestas se codifican dicotómicamente, según se halle presente (si) o no (no) la conducta esperada.

Se consideró como **adecuada** aquella observación de la conducta materna que puntuara **positivos todos los ítems**; y como **inadecuada** aquella observación en que apareciera **uno o más ítems negativos**, caso en el que se sugiere investigar la relación madre-hijo del caso clínico particular. El instrumento debe ser aplicado en consultorio y en forma individual.

Para estudiar cada una de las variables definidas para evaluar la conducta materna y el estado nutricional del niño (GE niños desnutrido y GC niño eutrófico) considerada como variable respuesta, se aplicó la prueba estadística Odds ratio, dentro del programa Epi Info. Se construyó en cada caso un intervalo del 95 % de confianza.

Los niños de ambos grupos (GE-GC) fueron evaluados con la Escala del Desarrollo Psicomotor (E.E.D.P.) (9). Esta escala mide el rendimiento del niño frente a ciertas situaciones que para ser resueltas requieren determinado grado de desarrollo psicomotor. Se han distinguido dentro del proceso de desarrollo psicomotor cuatro áreas de funcionamiento relativamente específicas e independientes.

Las áreas definidas son:

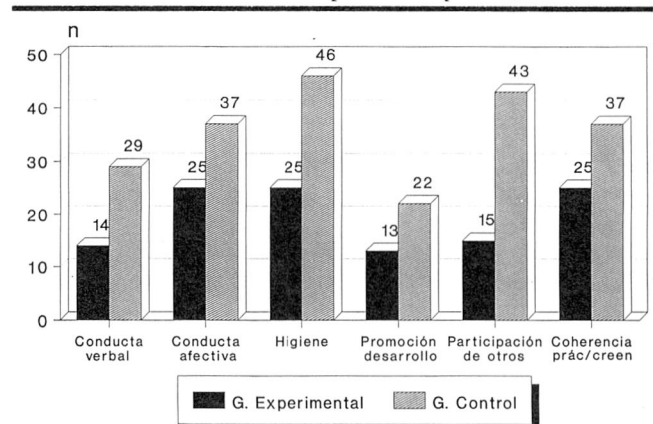
- **Motora:** comprende movilidad gruesa, coordinación corporal general y específica: reacciones posturales y locomoción.
- **Lenguaje:** abarca tanto el lenguaje verbal, como el no verbal, reacciones de sonido, soliloquio, vocalizaciones, comprensión y emisiones verbales.
- **Social:** se refiere a la habilidad del niño para reaccionar frente a personas.
- **Coordinación:** comprende las reacciones del niño que requieren coordinación de funciones.

La Escala mide el grado de desarrollo psicomotor en las áreas señaladas, en base a la técnica de observación de conductas del niño y preguntas a la madre. La Escala presenta tablas, una para cada mes de edad que contiene puntajes para convertir el resultado de la prueba en puntaje estándar y así obtener el Coeficiente de Desarrollo. Las madres fueron entrevistadas para la determinación del nivel socioeconómico, utilizando el Índice Específico para medir nivel socioeconómico bajo en familias con lactante desnutrido; creado y utilizado por la Cooperación para la Nutrición Infantil de Chile (10). El mismo ha sido parcialmente modificado y adaptado a nuestro contexto local.

RESULTADOS

Se realizó el análisis de las díadas madre-hijo desnutrido (GE), comparado con las díadas madre-hijo eutrófico (GC). El resultado muestra que es estadísticamente significativo el valor hallado a favor del grupo control en categorías 1, 2, 3, 5 y 6. En la categoría 4 se observa una tendencia a favor del grupo control, llegando a ser estadísticamente significativa (Figura 1).

FIGURA 1
Conducta materna: puntuación positiva



Categoría 1: Conducta materna verbal: Los diálogos en los primeros meses de vida tienden a ser unilaterales, siendo la madre la principal responsable de mantener la interacción; más adelante el lactante aprenderá que la relación es recíproca, que su comportamiento comunica y que sus gritos, risas, vocalizaciones serán atendidos y darán lugar a efectos en los otros. El lactante es un participante activo en cuanto a determinar cómo ha de tener lugar esa interacción.

En el grupo control se observa que la madre crea más oportunidades para que su hijo participe en interacciones lingüísticas (Odds ratio= 0,28 significativo).

Categoría 2: Conducta materna afectiva: El niño con privación afectiva no está motivado para exhibir sus habilidades, ya que sus manifestaciones son indiferentes al otro. El retraso en el desarrollo que provoca la privación afectiva refleja esta ausencia de motivación.

Se observa una diferencia estadísticamente significativa entre el GE y GC en cuanto a la expresión de la afectividad entre las madres y sus hijos (Odds ratio= 0,35 significativo).

Categoría 5: Participación de otras personas en la crianza del niño: La observación de la higiene del niño se ha hecho considerando las condiciones de las viviendas de nuestra población estudiada; esto se refiere a la dificultad para obtener el agua, para calentarla, etc.

Se observó que las madres del grupo control, aun en esas mismas condiciones logran que sus niños presenten un buen estado de higiene (Odds ratio= 0.009 significativo).

Categoría 4: Promoción del desarrollo: Los lactantes precisan de una interacción continua y progresiva con su medio ambiente. Lo que ha de tenerse en cuenta es con qué clase de estímulos se puede favorecer el desarrollo y no puede evaluarse simplemente en términos de cuantía. Debe estructurarse el ambiente de modo tal que sean máximas sus oportunidades para emprender interacciones cada vez más complejas.

En esta categoría se aprecia una tendencia a favor del GC, sin ser estadísticamente significativa (Odds ratio= 0,45 no significativo).

Categoría 5: Participación de otras personas en la crianza del niño: Se hace referencia a esta categoría, en tanto la participación de otras personas, ya sean familiares o no, hacen que la madre se encuentre apoyada en su tarea y los otros enriquecen el ambiente del niño.

En cuanto a la participación de otras personas en la crianza de los niños se ha observado que en el GC es significativamente mayor (Odds ratio 0,07 significativo).

Categoría 6: Coherencia entre discurso y práctica: Se observó que las madres del GC son más coherentes entre sus prácticas de crianza del niño y su discurso. En las madres del GE se observa que su discurso es medianamente adecuado, pero las prácticas no llegan a ser exitosas.

Esta última observación expresaría una visión general entre lo relatado por la madre durante la entrevista y la observación objetiva realizada por el entrevistador (Odds ratio= 0.35 significativo).

CONCLUSIONES

El inventario ha sido sensible al objetivo propuesto, demostrando una diferencia altamente significativa al correlacionar puntuaciones positivas de madre-hijo eutrófico, madre-hijo desnutrido.

A partir de los resultados obtenidos, considerando que las categorías que mostraron mayor diferencia se refieren a aspectos básicos del desarrollo psicomotor temprano del niño, resulta de suma importancia: a) concentrar la atención, no sólo en la recuperación de los niños desnutridos, sino en fortalecer los diversos aspectos de su ambiente social y de sus primeras experiencias; b) ofrecer a las madres estrategias de intervención eficaces en el área de la nutrición y del desarrollo psicológico de los niños.

Nos proponemos continuar con esta investigación, a fin de someter al instrumento a otras pruebas estadísticas: categorización, confiabilidad y consistencia, para ser utilizado por distintos profesionales del área de la salud, no sólo en presencia de desnutrición infantil, sino para detectar alteraciones tempranas en el vínculo madre-hijo en diferentes circunstancias.

REFERENCIAS

1. Schaffer R. Ser madre. Madrid: Morata, 1985.
2. Piacente T, Talou C., Rodrigo M. Piden pan... y algo más; un estudio sobre crecimiento y desarrollo infantil. Madrid: Unicef, CIC, Siglo XXI, 1990.
3. Ricciuti HN. Efecto de los factores ambiente y nutrición adversos sobre el desarrollo mental. En: Ambiente, nutrición y desarrollo mental. Washington DC: OPS, 1983.
4. Stern D. La primera relación madre-hijo. Madrid: Morata, 1978.
5. Wiinnicott DD. Los procesos de maduración en el niño y el ambiente facilitador: estudios para una teoría del desarrollo emocional. Paidós, 1993.
6. Lautrey J. Clase social, medio familiar e inteligencia. Madrid: Visor, 1985.
7. Alvarez ML. et al. Desnutrición infantil, coeficiente de desarrollo y su relación con el medio ambiente: un estudio piloto. Rev. Saúde Publ. S. Paulo. 25(4): 282-8, 1991.
8. Lamour M., Lebovici S. Les interactions du nourrisson avec ses perenaires. Encyclopedie Médico Chirurgicale (Paris) 37190 B60.10-1989.
9. Rodríguez S., Arnacibia V., Undurraga C. Escala de evaluación del desarrollo psicomotor de 0-24 meses. Galdoc, Chile, 1985.
10. Alvarez M., Wurgaft F., y Salazar M. Mediciones de nivel socioeconómico bajo en familias con lactante desnutrido. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 32(3): 650-662, 1982.
11. Noriega A., Mejía Saucedo S., Palacios M. Caracterización Psicológica Nutricional, Socioeconómica y de Relación Familiar de niños mexicanos con bajo rendimiento escolar. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 40. (4): 475-489, 1990.

Recibido: 17-01-1995

Aceptado: 23-11-1995

Estudio biocultural de la desnutrición infantil de causa primaria en el ámbito urbano del gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Susana Ortale ¹ y María Adelaida Rodrigo ²

La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. El presente estudio de carácter microsocioal intenta recuperar la unidad biología-cultura en el análisis de la desnutrición infantil. De la población que asiste a la Unidad de Rehabilitación Nutricional del Hospital de Niños de La Plata, se seleccionó una muestra de 52 niños con desnutrición primaria y sus familias. Se utilizó el índice específico para medir nivel socioeconómico bajo en familias con lactante desnutrido. Se entrevistó a las madres para recabar información sobre la percepción y reconocimiento de la desnutrición. En diez centros de atención primaria (APS) se realizaron observaciones y entrevistas al personal médico para relevar las prácticas médicas relacionadas a su atención. Los resultados obtenidos muestran que las familias estudiadas conjugan las condiciones de vida más desfavorables dentro de la pobreza. Niños con adecuado peso al nacimiento se ven afectados nutricionalmente entre los 3 y 18 meses, apareciendo en la mayoría alteraciones en la talla. Las representaciones y prácticas sostenidas por las madres y la atribución del estado de desnutrición a la «pata de cabra» limitan un adecuado tratamiento. En los servicios de APS se constatan limitaciones conceptuales y operativas para su detección y tratamiento precoz. Se concluye que factores culturales presentes en los dos agentes más directamente relacionados a la salud infantil impiden atenuar los efectos ambientales que tempranamente inciden en los niños de la pobreza.

Palabras claves: Antropología médica, desnutrición infantil

SUMMARY. Infant malnutrition: a biocultural study in urban areas of provincia de Buenos Aires, Argentina. The present study, of microsocioal nature, attempts to recover the biology-culture unity in the analysis of child undernutrition. A sample was selected of 52 children with primary undernutrition and their families, from the population attending the Nutritional Rehabilitation Unit of La Plata Children Hospital. The specific index was used to measure the low socioeconomic level in families with undernourished children. The mothers were interviewed to obtain information on the perception and recognition of undernutrition. Observation and interviews to the medical staff were performed in ten centers of primary health care (PHC), in order to reveal the medical practices related to this problem. The results obtained showed that the studied families conjugated the most unfavorable life conditions within poverty. Children with adequate weight at birth were nutritionally affected between 3 and 18 months of age, leading to height disorders. The representations and practices sustained by the mothers, relating undernutrition to a popular disease named «pata de cabra» lead to limitations in treatment. In PHC centers, conceptual and operative limitations are recorded for its detection and early treatment. It is concluded that cultural factors present in the two most directly related agents to child health (the mother and the PHC center) do not allow to modify the environmental effects that prematurely affect the children of poverty.

Keywords: Child undernutrition, medical anthropology

INTRODUCCION

La desnutrición infantil de causa primaria refleja el efecto de factores adversos, específicamente de los procesos económico-sociales que afectan a las familias y grupos a los que pertenecen, constituyendo la expresión colectiva de un deterioro en las condiciones de vida de sus miembros.

En este sentido numerosos estudios señalan la forma en que las características sociales del individuo condicionan su biología y determinan cierta probabilidad de que enferme de un modo particular (1-5). Además, plantean que el proceso biológico mismo no puede aislarse del factor social en la medida en que no se puede fijar la normalidad/anormalidad biológica independientemente del momento histórico y las condiciones sociales (4).

La especificidad de la antropología médica se ha ido conformando a partir del estudio de las diversas conceptualizaciones referidas al reconocimiento de la enfermedad, su etiología y las respuestas para enfrentarla. El individuo no experimenta su salud en el vacío, la salud/enfermedad están significadas culturalmente, por lo tanto no pueden ser reducidas a su evidencia orgánica.

La actividad de la medicina no se ejerce sobre la enfermedad sino sobre el enfermo quien, en su carácter de ser cultural, no es un objeto pasivo, pudiendo o no saberse enfermo, conocer algo sobre su enfermedad, desear curarse, etc. Negar este hecho sería admitir que no hay diferencias entre la enfermedad animal y la humana. Numerosos son los ejemplos aportados por la antropología que muestran las variaciones interculturales e intrasociales que expresan como se definen, valorizan, perciben y experimentan las diversas enfermedades.

En este sentido, el planteo mismo de la desnutrición y las respuestas dadas a esta problemática surgirán dentro de la comunidad científica a partir de distintos paradigmas; paradigmas que organizan la percepción del problema, delimitan lo que se es capaz de ver y pensar, las formas en que puede ser abordada, recortando una realidad que se define como universal y única. (6)

1 Antropóloga. Miembro del Grupo de Estudios en Rehabilitación Nutricional (GEREN), Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Buenos Aires (CIC-PBA)

2 Pediatra. Investigadora CIC-PBA, Directora del (GEREN), Jefa de la Unidad de Rehabilitación Nutricional del Hospital de Niños de La Plata.

Transcurriendo por diversos ámbitos, como medicalización de la dieta y control del crecimiento, hasta la mercantilización como recurso, la problemática alimentario-nutricional abstraída de las diversas conceptualizaciones socioculturales coexistentes en una sociedad, desborda en todos sus sentidos tales delimitaciones científico-técnicas (7,8,9).

La biomedicina o medicina científico occidental, constituye una perspectiva culturalmente específica para definir la salud, la enfermedad, sus causas y posibles tratamiento y, como tal, es una interpretación que tiene sentido a la luz de determinadas asunciones sobre la realidad. Este paradigma, instituido desde las postrimerías del siglo XVIII en adelante es legitimado no sólo científicamente y por el Estado sino también por el criterio de realidad de todos los conjuntos sociales que encuentran soluciones eficaces a los problemas que padecen. Su hegemonía se establece además por la exclusión ideológica y jurídica de otras prácticas y saberes de atención a la enfermedad, lo cual en la práctica cotidiana se resuelve en procesos de transformación de otras actividades curativo-preventivas, derivadas cada vez en mayor grado de su relación conflictiva y/o complementaria en la medicina oficial (10,11).

Hegemonía no supone la imposición autoritaria y vertical de un modelo, ni la exclusión de otras formas de atención, sino la subalternidad de las mismas, (10) proceso que como se verá, aparece recurrentemente en el reconocimiento y atención del niño desnutrido.

Objetivos del trabajo: 1. Describir y analizar las prácticas y representaciones relacionadas al reconocimiento y atención de la desnutrición infantil de causa primaria en familias de la pobreza urbana y en los servicios de salud del primer nivel de atención del Gran La Plata. 2. Identificar el nivel de pobreza de las familias con niños desnutridos.

Consideraciones metodológicas: Se trata de un estudio intencional de carácter exploratorio (12) realizado a escala microsocioal el cual intenta caracterizar a las familias con niños desnutridos y analizar las representaciones y los comportamientos concretos de los dos agentes involucrados más directamente en la atención del niño: la madre y los servicios de salud.

Supone un intento de combinar abordajes de corte antropológico con abordajes propios de la metodología cuantitativa. Induce a privilegiar esta opción la complejidad de la temática bajo estudio y la aproximación integral que se propone a pequeña escala. Se asume que la familia constituye el grupo social, institución o unidad que establece en forma estructural el mayor número y tipo de relaciones significativas relacionadas al proceso salud/enfermedad/atención.

Dentro de ella, la división del trabajo establece que es la mujer/madre la encargada de generar el mayor número de actividades específicas respecto de la salud/enfermedad/atención y socialización de los hijos: a ella corresponde detectar las alteraciones, establecer las primeras acciones, demandar ayuda y decidir los cursos de acción a seguir. La mujer es la más frecuente y principal informante del médico y es la que establece la relación más continua con las instituciones de salud, educativas o de otra índole como parte de la tarea múltiple e intensa que incluye el trabajo doméstico (13). En estas consideraciones se basa la elección de las unidades de análisis e información.

La delimitación del objeto incluye entonces a las representaciones y prácticas de la población y de los agentes de salud procurando identificar los aspectos culturales presentes en la interacción población/servicios de salud a propósito de la atención de niños desnutridos. El

problema así definido es susceptible de ser abordado en tres niveles de análisis que procuran registrar diferentes formas de manifestación de una realidad compleja y dinámica (14).

Primer nivel: representación y prácticas de la población referidas a la desnutrición. La exploración de este nivel se basa en el supuesto de la existencia de subconjuntos culturales en el seno de la población que implican valoraciones diversas de las condiciones de enfermedad, de las prácticas preventivas y curativas, de los agentes más idóneos para llevarlas a cabo y de las soluciones brindadas por los agentes de salud de los sistemas formal o informal.

Segundo nivel: prácticas y representaciones referidas a la desnutrición presentes en los agentes de salud: el conocimiento y la puesta en práctica de las normativas institucionales para evaluar el estado nutricional, conocimiento y aplicación de los instrumentos y procedimientos técnicos adecuados, sus posibilidades de resolución, la causalidad atribuida, etc.

Tercer nivel: interacciones entre población y servicios de salud: incorpora los procesos vinculados al diagnóstico y tratamiento y sus resultados sobre las condiciones del paciente, los límites y las asimetrías presentes en la comunicación entre médico y paciente que dificultan la resolución del problema.

La heterogeneidad de las prácticas y representaciones se vincula con la inserción de las familias en algún tipo de jerarquía social estratificada y de su capacidad de internalizar normas, de incorporar conductas, de compartir algún nivel de conocimiento conceptual e instrumental en torno a procesos de salud-enfermedad.

De aquí la necesidad de ubicar a las familias dentro del contexto de pobreza y especificar para nuestra zona las condiciones que dentro de ellas se vinculan a la desnutrición.

MATERIAL Y METODO

De la población que asiste a la Unidad de Rehabilitación Nutricional del Hospital Interzonal de Agudos especializados en Pediatría «Sor María Ludovica» de La Plata (URN), se obtuvo durante 1991 una muestra no probabilística, de tipo selectiva o intencional (12) comprendida por 52 niños y sus familias en base a los siguientes criterios de selección:

- Desnutrición de causa primaria. Definida como aquella producida por un insuficiente aporte alimentario asociada frecuentemente a infecciones banales intercurrentes en un mal medio socioeconómico (15).
- Edad: niños entre 0 y 3 años
- Lugar de residencia: dentro de los 20 km. del casco urbano de la ciudad de La Plata.
- Nivel socioeconómico: bajo

De los 52 niños desnutridos de las familias investigadas se revelaron los siguientes datos:

- Sexo
- Peso de nacimiento registrado institucionalmente en a libreta sanitaria en el momento del parto
- Edad de ingreso a la URN
- Estado nutricional. Se utilizó la clasificación de Gómez modificada para evaluar el indicador peso/edad; para evaluar talla/edad se consideró como punto de corte el percentilo 3, utilizando como población de referencia los estándares nacionales (16).

En su mayoría provienen de derivación de salas de internación, consultorios externos, unidades de atención primaria y tratándose una minoría de demanda espontánea.

En su mayoría provienen de derivación de salas de internación, consultorios externos, unidades de atención primaria y tratándose una minoría de demanda espontánea.

Considerando que la pobreza no constituye una situación homogénea y que sus efectos son múltiples pero a su vez diferenciales de acuerdo a cada problemática específica (educación, trabajo, salud, vivienda, etc.) y en función de cada individuo particular (hombre, mujer, niño, joven, adulto, etc.), se utilizó el índice específico para medir nivel socioeconómico bajo en familias con lactante desnutrido (17) parcialmente modificado y adaptado a nuestro contexto local, con el objeto de establecer las características que dentro de la situación de pobreza, se asocian con la aparición de casos de desnutrición infantil.

Esta elección obedece a que las dos formas de medir la pobreza en nuestro país: el método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y el método de los ingresos o línea de pobreza (LP) presentan ciertas dificultades para ser consideradas como herramientas útiles en el presente estudio (18).

Las variables consideradas en el índice modificado y registradas mediante encuesta son:

- Número de personas que comen y duermen.
- Abandono del padre.
- Nivel de escolaridad de jefe y cónyuge
- Actividad del jefe de hogar
- Seguridad social del jefe de hogar
- Actividad de la cónyuge
- Relación consumidores/productores o tasa de dependencia
- Tenencia de la vivienda
- Tipo de vivienda
- Promiscuidad
- Abastecimiento de agua
- Disposición de excretas
- Recolección de basura
- Cuarto de cocina independiente
- Equipamiento del hogar

La cuantificación de las 15 variables en función del puntaje que puede asumir cada una de ellas -el cual fluctúa entre 0 y 4 puntos-, permite discriminar tres subniveles dentro del nivel socioeconómico bajo: Bajo-bajo o miseria (hasta 20 puntos), Bajo-medio (21 a 40 puntos) y Bajo-alto (41 a 60 puntos).

Se realizaron entrevistas semiestructuradas en el domicilio que apuntaran a identificar la percepción que las madres presentan de la problemática.

Se exploraron los siguientes aspectos:

- Reconocimiento e interpretación de la enfermedad en relación a las causas
- Significación atribuida
- Causas de demanda de asistencia médica
- Descripción e interpretación de la desnutrición a partir de sus conocimientos, valores y creencias.
- Prácticas encaminadas a la búsqueda de soluciones
- Elección del curador
- Representación referida a la valoración de los servicios de salud y del proceso de atención.

En 10 de las 30 unidades de atención primaria de La Plata ubicadas en la zona de residencia de las familias estudiadas, fueron indagadas mediante observación de historias clínicas y entrevistas

semiestructuradas realizadas a médicos pediatras y/o generalistas las prácticas y los discursos relacionados al control del crecimiento y al tratamiento de la desnutrición, mediante la exploración de los siguientes ejes:

- Estancia de instrumental ad hoc
- Procedimientos técnicos empleados para las mediciones antropométricas
- Criterios de evaluación utilizados
- Regularidad de las evaluaciones
- Registro del estado nutricional en las historias clínicas
- Percepción de las causas del problema
- Reconocimiento de las posibilidades de eficacia terapéutica del médico.

RESULTADOS

Características de la demanda de asistencia al sistema médico formal:

1. Relativas al índice específico para medir nivel socioeconómico bajo:

El valor promedio para el grupo es de 33.7 puntos, distribuyéndose la muestra en los tres subniveles de la siguiente manera: Bajo-bajo: 30%, Bajo-medio: 68%, y Bajo-alto: 2%.

En función de los ingresos mensuales percibidos, las familias bajo estudio se ubican en su totalidad bajo la línea de pobreza (LP).

Dentro de las mediciones realizadas a través del método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) tienen la particularidad de conjugar un promedio de tres necesidades básicas insatisfechas, cifra presente en solo el 2% del total de familias con NBI. Los datos más relevantes que surgen de la aplicación del índice específico son:

El promedio de miembros por familia es de 7.2, presentándose un elevado porcentaje de población infantil: el 56% de los miembros tienen edades iguales o inferiores a los 9 años, porcentaje característico de los sectores pobres.

Cabe mencionar que el promedio de hijos es de 5, elevado si se considera que las familias aun se encuentran en etapa de expansión. En sólo el 8% de las familias hay abandono total o parcial del padre, correspondiendo un 80% a familias nucleares y un 12% a familias nucleares ampliadas (pareja más hijos más parientes o allegados).

El nivel de escolaridad de los jefes es 14% analfabetos, 30% primaria incompleta, 46% primaria completa, 8% secundaria incompleta y 2% secundaria completa.

El nivel de escolaridad de los cónyuges muestra una situación aun más desfavorable: 22% analfabetas, 35% primaria incompleta, 35% primaria completa, 8% secundaria incompleta.

La actividad del jefe de hogar muestra un 10% de desocupados. De los que trabajan, el 40% lo hace en trabajos de tipo independiente inestable ubicándose en las demás categorías el 50% restante. El 62% de los jefes carecen de sistema de seguridad social.

En el 26% de las familias las cónyuges trabajan en servicio doméstico, siendo de tipo informal en la totalidad de los casos. La tasa de dependencia o relación entre consumidores y productores de ingresos (c/p) es superior a 5 c/p en el 44% de las familias.

El 74% de las viviendas se hallan asentadas en terreno fiscal, carentes de servicios públicos. Se trata de viviendas propias en el 70% de los casos, con una o dos piezas, siendo los materiales de

construcción predominantes el piso de cemento y/o tierra, paredes de chapa y/o madera y techo de chapa sin cielo raso.

La promiscuidad se manifiesta por el hecho de que en el 52% de las familias duermen entre 1.1 a 2 personas por cama y en el 48% restante lo hacen más de 2 y hasta 4 personas por cama. La provisión de agua es por conexión a red domiciliaria en el 30%, tratándose de precisión mediante acarreo un 70%. La disposición de excretas se realiza a través de cloaca o cámara séptica en un 26% apareciendo en un 66% de casos la letrina y en un 10% se elimina a campo abierto.

No se cuenta en ningún caso con sistema de recolección de basura domiciliaria, siendo la situación generalizada la quema, entierro o arrojarla a cielo abierto.

El cuarto de cocina independiente se da en el 86% de las viviendas. En cuanto al equipamiento del hogar, la heladera se presenta en un 34% de las familias, el televisor en el 66%, la radio en el 28%, plancha en un 26%, 14% tocadiscos o radiograbador, 4% ventilador y/o estufa y un 15% carece de todo tipo de artefacto electrodoméstico.

2. Datos primarios de los niños desnutridos:

En el contexto arriba mencionado se desarrollan los niños desnutridos bajo estudio. No obstante las condiciones socioeconómicas no afectan el peso al nacimiento: el 85% de los niños presentan peso al nacimiento mayor a 2.500. Sin embargo tempranamente aparece su incidencia en el crecimiento: las edades de ingreso a la URN oscilan entre los 3 y los 18 meses en el 86%. El índice peso/edad arroja un 52% de desnutrición de 2°, 29% desnutridos del 1° y 19% desnutridos de 3°.

El índice talla/edad muestra que la talla se encuentra afectada en el 59% de los casos.

3. Reconocimiento materno de la desnutrición:

Considerando que el número total de hijos de todas las familias es de 249 y que de ellos 93 estuvieron o están desnutridos, se obtiene un 37% de niños desnutridos, con un promedio de 1.8 hijos desnutridos por familia. El 52% de las familias presenta dos o más hijos desnutridos.

Del total de madres entrevistadas por primera vez en el contexto institucional un 72% no reconoce el estado de desnutrición actual en su hijo. Sólo un 6% ha demandado asistencia médica por bajo peso, casos que se correspondieron con desnutrición severa. En el resto de los casos, la demanda de asistencia médica se produce por cuadros gastrointestinales, infecciones broncopulmonares, fiebre, etc.

Es así que en el discurso las madres refieren que «estaba flaquito pero sano, los otros también fueron así», «estaba flaquito pero nunca estuvo enfermo hasta que le apareció la diarrea».

Sistemas alternativos de atención:

Profundizando las entrevistas en el domicilio indagando la opinión de las madres respecto al estado nutricional de su hijo atendido en la URN, el 80% de ellas refieren el estado de desnutrición a una enfermedad de la medicina popular denominada «pata de cabra», superponiéndose los tratamientos formales e informales en estos casos. Dentro de este grupo, las madres reconocen haber tenido/ tener un hijo con «pata de cabra» en un 42%, 2 hijos con «pata de cabra» en el 36% y tres o más en el 22% restante, correspondiendo el niño con pata de cabra con el desnutrido en el 90% de los casos.

Esta enfermedad, es descrita por las madres de la siguiente manera:

Etiología: no existe uniformidad de explicaciones al respecto. no obstante aparecen como causas más frecuentes el daño realizado a la madre, un virus, empacho mal curado, cuando el niño es concebido sin amor, etc.

«Es alguien que quiere hacerte un mal, agarra la ropita, algún juguete... hay gente que le quiere hacer daño a uno y se la agarra con la criatura» (...)

«Dicen que ya viene de nacimiento, de alguien que te toca la panza y te quiere hacer un mal o del algún empacho que tuve y entonces nace la criatura con eso, con el virus que está acá en la cola y que lo va consumiendo, lo seca por dentro».

Sintomatología: se trata de una «mancha oscura arriba de la cola» (resultado de la saliencia del sacro por disminución del panículo adiposo) que evidencia la existencia de un «bicho», que a medida que va subiendo por el «espinazo», va «secando» al niño «comiéndolo por dentro». Cuando llega a la zona cervical, «ya no hay nada que hacer», el bicho ahoga al niño y muere, pudiendo tener pata de cabra «macho» (más frecuente) o macho y hembra (menos frecuente pero mucho más grave).

Tratamiento: Se presenta un amplio repertorio de modalidades terapéuticas: masajes con aceite, cura por palabra, realización de cruces con tinta china en la espalda, ingestión de determinadas infusiones, frotamiento en la espalda con velas, etc.

«La curó en tres días con oraciones y un aceite que le pasaba por la espalda» (...)

«Mi mamá es la que entra para que la cure. Lo cura de palabra y con masajes. También le dan de tomar un líquido debe ser agua bendita supongo» (...).

«Lo frotaba con alcohol, con velas, que se yo» (...)

«Con cruces, cruces en la espalda con tinta china y dice unas palabras» (...)

«No se bien como hace, pero lo único que sé, es que llevándole la ropa y un pañal me la curó».

Prevención: Esta enfermedad, según refieren las madres, escapa a las posibilidades control preventivo, siendo «imposible» o «desconocida» la forma de evitar su aparición.

Los cursos de acción seguidos por la madre en el intento de mejorar el estado de su hijo incluye tratamientos paralelos y/o alternativos de las medicinas formal e informal, elecciones que obedecen a su evaluación de las eficacias respectivas, de la relación con las instituciones sanitarias, de sus experiencias previas, de sugerencias de parientes y/o vecinos que funcionan como un ámbito de seguridad y contención, fuente de recursos alternativos en los que se generan y reproducen las diagnosis y tratamientos populares basados en el reconocimiento de que algunas enfermedades los médicos no saben si pueden curar.

Varios casos reflejan que el tratar, tanto con el curandero/a no obstaculiza la demanda de asistencia médica formal: «El señor que le cura la pata de cabra me dijo que la llevara igual al hospital, que no había problema. A mi me gusta para ver como va aumentando, que le den vitaminas y esas cosas» (...), derivando aquellos casos que por su gravedad ameritan su rápida intervención: «Cuando la llevé a la señora me dijo que fuera inmediatamente al hospital porque se me iba a morir. Tenía meningitis. Así que ella, mientras la nena esta internada la curó igual de la pata de cabra. Me dijo que si había que dejarla no había problema, ella con la ropita se arreglaba para curarla» (...).

Puede afirmarse que los motivos por los cuales se recurre al curandero no están determinados por la relación con los agentes de salud de la medicina formal y/o evaluación de la calidad de atención institucional:

«Los médicos de acá son muy buenos, la verdad que la atienden muy bien pero la verdad es que no sé que hacer. Una señora que tiene el nenito internado acá al lado me dijo que tienen pata de cabra. Yo no sé muy bien, pero los médicos no saben curar eso, ¿entendés?. No sé que hacer, si sacarlo o no. Tengo miedo si lo saco de que vuelva a caer, sin suero ni control, y que en el hospital no me lo acepten. Porque si lo saco tiene que ser bajo mi responsabilidad, así me dijeron», existiendo determinados límites de reconocimiento e identificación sociocultural que permiten delimitar enfermedades que curan unos y otros:

«La doctora le sacó la infección de los intestinos, allá lo salvaron de la infección. Yo la verdad que al Hospital X le tengo mucha confianza. Pero, la pata de cabra se la curó la otra señora, ellos no saben curar».

En función de las explicaciones dadas por el médico, se genera una articulación sintética de creencias y saberes que sintetizan ambos modelos médicos:

«Viste cuando te dicen que está deshidratado? Bueno, es porque el bicho los está secando, así que seguro que tienen pata de cabra. Yo, igual por las dudas la traigo a que le hagan los análisis porque ahí se ve todo, sale todo. Yo voy a los dos ¿viste? por las dudas me cubro» (...), incorporando conocimientos generales e inespecíficos de la medicina formal, particularmente del campo bacteriológico e inmunológico, ya que el «bicho» es relacionado la mayoría de las veces con un «virus».

Son incluso los agentes de salud -particularmente el personal de enfermería-, quienes frecuentemente inducen a demandar asistencia al curandero:

«Mi suegra, que es enfermera, me impulsa mucho, la verdad es que ella es muy creyente también. Yo por ejemplo si el doctor me dice dale tal remedio, se lo doy, o hacerle tal cosa, también. Por lo otro también existe aunque ellos no sepan» (...)

A menudo, la actitud del profesional y la falta de comunicación con la madre generan conductas de oposición a la autoridad médica.

«Lo internaron pero yo igual iba con la señora que lo curara en el hospital, la hacía pasar por pariente, y así no me decían nada. Tenía pata de cabra macho y hembra. Yo a los doctores no les dije nada porque ellos le dicen a uno que no, que son todas macanas... pero cuando me dicen eso pero, voy y los llevo, pero es así nomás, creer o reventar. La verdad que esa frase está bárbara porque las cosas son así», agregando finalmente que «si el doctor me dice dale tal remedio, se lo doy, hacele tal cosa, se la hago. Pero guarda, lo otro también existe aunque ellos no sepan», evidenciándose la subordinación de las prácticas informales a la medicina formal.

En casos extremos, la evaluación de la madre de la ineficacia de la intervención institucional precipita el abandono del tratamiento:

«Estuvo en terapia intensiva tres días con suero pero no levantaba peso. Me la llevé más flaca todavía. La saqué contra voluntad porque tenía una enfermedad que no curan los médicos. Ellos decían que los análisis daban bien, pero tenía pata de cabra macho y hembra. Cuando ella estaba internada le llevé una foto a una señora y ella me dijo que tenía eso así que la saqué. Le quedaban dos días de vida, porque eso la va secando hasta que se muere, la agarré justo porque sino se me moría. Le pasó durante tres días un aceite acá arriba de la cola hasta que hizo caca fuerte con un olor muy feo y después anduvo bien».

El tema de la enfermedad como destino y del contagio de la pata

de cabra aparecen de manera elocuente en la familia que presenta las peores condiciones de vida, tanto por su composición sociodemográfica, sus características ocupacionales y de la vivienda. «Yo al Hospital X le tengo mucha fe, la verdad que yo no puedo decir nada, eso que tuve a dos internados con sarampión y uno se me murió... pero qué va a hacer, es el destino, el destino existe, es así. En cambio el otro, no sabe lo que era, sarampión, internado después por tos convulsa, estaba piel y hueso y ahí anda mírelo», creencias que sirven para dar sentido, explicación y justificación a la presencia de hechos frecuentes en sus vidas que escapan a sus posibilidades de control.

Caracterización de la oferta de servicios de APS.

En relación a las prácticas implementadas en los centros de atención primaria puede establecerse que:

El control del crecimiento se realiza de forma sistemática sólo en niños menores de un año que asisten por demanda espontánea. En la totalidad de los centros de APSS el registro antropométrico no es volcado con periodicidad en las historias clínicas.

Se observa heterogeneidad de criterios de evaluación utilizados en las mediciones antropométricas, pudiéndose agrupar en tres modalidades de evaluación y diagnóstico coexistentes. Carencia del instrumental específico para las mediciones antropométricas en la mitad de los centros de APS. Procedimientos técnicos inapropiados para realizar las mediciones antropométricas en 6 centros de APS.

Carencia de recursos para su tratamiento en 9 de los 10 centros de APS. La donación de un kilo de leche en polvo que corresponde a los niños menores de un año que realizan los controles de salud es el único suplemento alimentario con el que cuentan el cual les es provisto irregularmente. Además, la distribución no responde a criterios de riesgo biológico, sino que se efectúa según demanda espontánea por control de salud.

Entre las causas de la desnutrición reconocidas por los médicos se distinguen:

- Factores económicos
- Falta de educación y/o falta de cultura de la familia, especialmente de la madre.
- Contaminación ambiental.
- Factores que exceden sus posibilidades de intervención.

Resaltan el peso de su modelo formativo, basado en una preparación de orientación biológica como obstáculo para desempeñar eficazmente su profesión frente a episodios de desnutrición.

Señalan que la desnutrición constituye un reto a nivel de su actividad práctica que no pueden sortear, con el agravante de verse desprotegidos de los insumos necesarios para el tratamiento.

Reconocen que frente a un niño desnutrido, su actividad terapéutica se centra en la atención de aquellas enfermedades intercurrentes que pueden resolver, o bien derivar a centros de salud de mayor nivel de complejidad, refiriendo en la mayoría de los casos brindar consejos a las madres sobre pautas ideales de alimentación, a sabiendas que no podrán llevarlas a cabo.

DISCUSION

Las familias estudiadas se ubican en los estratos que padecen las mayores de privaciones de bienestar y servicios indispensables para la preservación de la vida, obteniéndose puntajes inferiores a los encontrados en familias con lactante desnutrido severo del área metropolitana de Santiago de Chile (17).

Respecto a la relación entre condiciones de vida y percepción de la enfermedad, hay autores que establecen distintos umbrales de reconocimiento de la enfermedad en función de su pertenencia a distintos estratos socioeconómicos (19,20). Para los sectores bajos se plantea que las condiciones de vida imposibilitan la inserción de la enfermedad dentro de una secuencia temporal ordenada y previsible: debido a que el cuerpo tiene que funcionar a capacidad completa en todas las áreas de la vida cotidiana (en el trabajo, en las actividades domésticas, etc.) se presenta una concepción instrumental del cuerpo que inhibe la percepción de los síntomas de la enfermedad. La demanda de asistencia médica se presenta tardía y postergada en relación a la evolución de la enfermedad, la cual se presenta como un corte neto, un nivel más allá del cual no es posible proseguir con las actividades. Si bien éste hecho ha sido claramente evidenciado en comportamientos de población adulta, puede verse que interviene también en el reconocimiento del estado de desnutrición infantil y en las conductas seguidas por las madres, tal como se desprende de los motivos de demanda de asistencia médica. El bajo peso en sí mismo, no presenta una significación tal que motive la preocupación de la madre hasta tanto no precipite la aparición de infecciones intercurrentes. La desnutrición -salvo en casos severos- no es vista como una problemática sujeta a medicalización, formando parte -desde la perspectiva de la madre- del estado de salud normal del niño.

Las instituciones de salud de la medicina formal son la principal fuente de atención a las que acuden en la carrera curativa. Aunque no se determinante, la falta de comunicación con el médico, las vagas explicaciones que reciben durante los episodios de internación y la apreciación de la ineficacia del tratamiento médico intervienen de manera decisiva en la búsqueda de tratamientos alternativos.

La disociación entre enfermedades que curan los médicos y enfermedades que curan los curanderos y la recurrencia a uno u otro tiene que ver tanto con la búsqueda de eficacia pragmática como con la eficacia simbólica, es decir el intento de dar explicación y coherencia a una serie de hechos y sucesos que desde su perspectiva cultural, carecen de sentido. La eficacia simbólica tiene más que ver con el manejo de las circunstancias que con la producción de resultados (21). El curanderismo conserva aun en el ámbito urbano su propia identidad específica y diferenciadora.

Si bien es significativo el porcentaje de madres que habiendo tenido hijos desnutridos en el pasado, no reconocen el problema en el niño con desnutrición actual, no debe llamar la atención su percepción de la problemática.

Más allá de una impresión superficial, puede concluirse que no estamos frente a madres despreocupadas por la salud de sus hijos. Por lo que surge de las entrevistas, es mucho el tiempo, los recursos, el costo emocional, etc. que ponen en juego para mejorarlo. Que no perciban la desnutrición como una enfermedad construida por la medicina y que le incumba por derecho propio, no significa que no le sea otorgada otra significación. Debería vincularse éste hecho a los resultados ofrecidos por el ámbito institucional, los que reflejan parcialmente la importancia otorgada a ésta problemática a nivel de políticas de salud en lo que respecta a programas específicos que brinden normativas a ser seguidas en el largo plazo. Puede agregarse que, limitaciones de nuestro modelo médico científico occidental, hacen de la desnutrición una categoría imprecisa: no está causada por un agente patógeno ni se cura y/o previene con vacunas o fármacos, sino que en su manifestación y resolución intervienen factores políticos económicos y socioculturales que están fuera del campo estrictamente médico (22).

Entender por recursos de salud a aquellos que están destinados a combatir la enfermedad -y sólo superficialmente desarrollan actividades dedicadas a preservar la salud- no es una simple diferencia terminológica. Implica concebir que la salud sólo se logra eliminando la enfermedad y coloca a la acción curativa en el centro del problema. Así, los elementos que conducen a una vida sana quedan en un segundo plano y el médico se erige como la figura central dadora de salud (23). Como se ha mencionado más arriba, las madres -según sea la gravedad en cada caso, como particular-, aceptan como normal la situación de su hijo, la ignoran o la adscriben a la pata de cabra, consultando a la medicina formal por la enfermedad infecciosa o parasitaria que coexiste con la desnutrición.

El médico fija su atención en la enfermedad para la cual está capacitado y a la que la industria farmacéutica y la infraestructura sanitaria ofrecen soluciones eficaces, y tal es el registro, reforzando la pérdida de información a nivel institucional, de la desnutrición infantil.

Este es el patrón de funcionamiento regular que puede establecer para los 10 centros de salud estudiados. Los médicos reconocen la importancia de los controles de crecimiento para la detección temprana de alteraciones pero a su vez señalan sus pocas posibilidades terapéuticas.

El análisis de éste contexto permite interpretar más acabadamente las referencias de las madres respecto a la enfermedad de su hijo y a las causas de demanda de asistencia médica. Son justamente los médicos quienes a través de su práctica propician que la desnutrición quede enmascarada tras diagnósticos de enfermedades que se derivan de ella.

Estudios puntuales y/o discontinuos (24,25) alertan sobre la importancia que adquiere la desnutrición en la Argentina. Y si bien es señalada en retóricas diversas como patología social, ecopatía, patología de la pobreza, etc., los agentes más directamente vinculados con la preservación de la salud infantil, la madre y los servicios de salud, sostienen prácticas y representaciones diferentes y conflictivas contribuyen a que la desnutrición no sea visualizada como problema de salud que afecta a individuos concretos, permaneciendo aun en nuestra región subestimada en su real magnitud.

REFERENCIAS

1. Timio Mario. Clases sociales y enfermedad. Nueva Imagen, 1979.
2. Bronfman M. y Tuirán R. La desigualdad social ante la muerte: clases sociales y mortalidad en la niñez. Memorias del Congreso Latinoamericano de Población y Desarrollo. UNAM-COLEMEX-PISPAL. 1984.
3. Bloch C. et al. El proceso de salud-enfermedad en el primer año de vida. Estudio de una cohorte. Cuadernos Médico Sociales Nº 27, Rosario, Argentina, 1984.
4. Laurell Cristina. El estudio social del proceso salud-enfermedad en América Latina. Cuadernos Médico Sociales Nº 37, Rosario, Argentina, 1986.
5. Menéndez E. y García de Alba J. (comp). Prácticas populares, ideología médica y participación social. Aportes sobre Antropología Médica en México. Univ. de Guadalajara. CIESAS. 1992.
6. Lores Armaiz M. del R. El concepto de salud: concepciones y paradigmas. Ed. de Belgrano, Bs.As. 1986.
7. Garrote N. Antropología de la Nutrición. Buenos Aires: CIDES, OEA, 1988.
8. Canesqui Ana M. Antropología y Alimentación. Revista de Salud Pública Vol 22 Nº 3, San Pablo, 1988.
9. Ainsworth Harrison G. Carencia Alimentaria. Una perspectiva antropológica. Serbal/Unesco, Barcelona, 1988.

10. Menéndez E. *Morir de alcohol: saber y hegemonía médica*. México: Editorial Alianza, 1992.
11. Laplantine F. y Rabeyron P.L. *Medicinas paralelas*, Ed. Brasiliense, Brasil, 1989.
12. Rojas Soriano Raúl. *Guía para realizar investigaciones sociales*, Universidad Autónoma de México, 1985.
13. Menéndez, Eduardo. *Grupo doméstico y proceso salud/enfermedad/atención. Del teoricismo al movimiento continuo*. Cuadernos Médico-Sociales N° 59 CESS, Rosario, Argentina, 1992.
14. Luppi I., et al. *Investigaciones evaluativas en servicios de salud. Desarrollo metodológico de un proyecto en curso*. Cuadernos Médico Sociales N° 64. Rosario, Argentina, 1993.
15. Viteri F. *Primary Protein Energy Malnutrition: Clinical, Biochemical and Metabolic Changes*. En: *Textbook of Pediatric Nutrition*, Suskind, Robert M. edit, Raven Press, New York, 1981.
16. Dirección Nacional de Maternidad e Infancia. Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación. *Guías para la evaluación del crecimiento y nutrición del niño menor de seis años en atención primaria*. Buenos Aires, 1985.
17. Alvarez M.L., Wurgaft F. y Salazar M.E. *Mediciones del nivel socioeconómico bajo urbano en familias con lactante desnutrido*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Vol. 32, N°3, 1982.
18. Aguirre P. y Lesser R. *Crear para ver. Perspectivas teóricas y metodológicas sobre las estrategias de consumo de las familias pobres*. Cuadernos Médico Sociales N° 65 Rosario, Argentina, 1993.
19. Boltanski Luc. *Los usos sociales del cuerpo*. Edic. Periferia. Bs. As, 1975.
20. Llovet J.J. *Servicios de salud y sectores populares. Los años del proceso*. Cedes, Bs. As., 1985.
21. Young Allan. *Una perspectiva antropológica del conocimiento médico*. *The Journal of Medicine and Philosophy*, Vol. 5 N° 2, 1980.
22. Sabelli Martín. *Epidemiología de la desnutrición*. Cuadernos Médico-Sociales N° 15. Rosario, Argentina, 1981.
23. Módena M.E. *Madres, médicos y curanderos: diferencia cultural e identidad ideológica*. México: Ediciones de la Casa Chata, 1990.
24. Piacente T., Talou C., Rodrigo MA. *Piden pan... y algo más: un estudio sobre crecimiento y desarrollo infantil*. Buenos Aires: Siglo XXI, Unicef, 1990.
25. *Conferencia Internacional sobre Nutrición. Informe de Argentina*, Dirección Nacional de Maternidad e Infancia del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación. Roma: FAO, OMS, 1992.

Recibido: 17-01-1995

Aceptado: 03-01-1996

Concentrado proteico de *Amaranthus cruentus*. Métodos de extracción. Propiedades funcionales

Norma G. de Luquez,¹ Silvia Fernández,¹ y Sara L. de Mucciarelli.¹

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis, Argentina

RESUMEN. Se llevó a cabo un estudio con el objeto de evaluar las mejores condiciones de pH, temperatura, relación harina/solvente, para obtener un concentrado proteico (CP) de harina de semillas de *Amaranthus cruentus*. Las condiciones óptimas fueron pH de extracción 11, tiempo de agitación 1 h 30 min., pH de precipitación 4, 5 y la relación harina/solvente de 1:15. Obtenido el CP se procedió a caracterizar químicamente el producto y se realizaron ensayos para conocer las propiedades funcionales. La composición química del CP expresada en g/100 g fue proteína: 50.9, humedad 3.3; extracto etéreo 5.8; fibra cruda 6.4; cenizas 3.8; carbohidratos totales 29.9. Damos cuenta de los valores obtenidos al estudiar las siguientes propiedades funcionales del CP: máxima solubilidad al pH 11, 94.3 %, actividad de emulsificación (AE) 47.9 ± 4.9; capacidad de absorción de agua (CAA) 2.0±0.3; capacidad de absorción de aceite (CAAc) 0.7±0.8.

Consideramos posible la utilización de este producto como complemento de cereales y de otros alimentos deficientes en lisina. Por las propiedades funcionales evaluadas que evidencian el carácter hidrofílico de la proteína del CP de *Amaranthus cruentus*, se deducen amplias perspectivas para su utilización futura en la alimentación mediante productos de panificación.

SUMMARY: *Amaranthus cruentus*, protein concentrate, extraction methods, functional properties. The most favorable conditions of pH, temperature ratio for the yielding of a protein concentrate (PC) of seed flour from *Amaranthus cruentus* was determined. The optimal values were: extraction pH 11, stirring time 1 h 30 min., precipitation pH 4.5 and a flour/solvent ratio of 1:15. Obtained the PC, its functional properties were assayed. The PC chemical composition expressed in g/100 g was: protein 50.9; humidity 3.3; ethereal extract 5.8; raw fiber 6.4; ashes 3.8; total carbohydrates 29.9. The following PC functional properties were found: a maximal solubility value of 94.3 at pH 11; emulsification activity (EA) 47.9±4.9, water absorption capacity (WAC) 2.0±0.3; and oil absorption capacity (OAC) of 0.7±0.8. The use of this product as supplement for cereals and for others foods with poor lysine content is considered possible. Despite of the functional properties which show the hydrophilic character of the protein from the *Amaranthus cruentus* PC, great expectancies are inferred for its future utilization in bread products.

INTRODUCCION

Se han realizado numerosos esfuerzos para desarrollar alimentos proteicos de calidad y bajo costo, entre estos, se destaca la importancia de la obtención de concentrados proteicos a partir de materiales vegetales, especialmente de aquellos con alto contenido en lisina, que podrían utilizarse para enriquecer alimentos con déficit en este aminoácido. En un trabajo anterior se estudió la harina de *A. cruentus* encontrándose una adecuada concentración proteica. Las pruebas biológicas demostraron un buen aprovechamiento nitrogenado y un muy buen contenido en lisina total (1).

Los amarantos son pseudocereales resistentes a condiciones climáticas adversas que tienen un promisorio potencial económico, aunque aun se los considera como cosecha menor en América del Sur, Central y en parte de Asia y África. Existen recetas tradicionales para el uso de los amarantos, en América Latina y en el Himalaya, la harina obtenida de semillas es utilizada en panificación y el grano en la elaboración de confituras (2).

En este trabajo se da a conocer la metodología empleada para la obtención de concentrado proteico de harina de *Amaranthus cruentus*, la composición química porcentual y algunas propiedades funcionales.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado, semillas de *Amaranthus cruentus*, variedad Guien provino de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Provincia de La Pampa (Argentina), en donde fueron cultivadas en parcelas experimentales. Las semillas crudas, lavadas y secadas en estufa de aire forzado a 50 °C, fueron molidas en molinillo de café y tamizadas por tamiz de nylon de 200 µ de abertura. Se obtiene así una harina, color pardo claro, ligeramente amarillenta con un contenido de proteínas de 15.5 %. Todos los experimentos se efectuaron con un mismo lote de harina, mantenido a 4 °C en recipientes de plástico herméticamente cerrados, hasta el momento de su utilización.

Condiciones de obtención del concentrado proteico: La dispersión acuosa de la harina fue sometida al estudio de la influencia del pH sobre la solubilidad de la proteína de la harina de *A. cruentus*, en un intervalo de pH comprendido entre 1 y 11.5 siendo el pH de máxima solubilidad de 11 y el de mínima 4.5, (tiempo de agitación de 1:30 hs. a temperatura ambiente), según muestra la Gráfico 1.

Al realizar el estudio de la relación harina/solvente se obtuvo el máximo rendimiento en la relación 1:15 como la muestra la Tabla 1. La marcha del proceso fue seguido determinando el nitrógeno (3) en alícuotas de las distintas soluciones.

¹ Laboratorio de Ensayo y Valoración de Medicamentos

GRAFICO 1
Obtención de CP

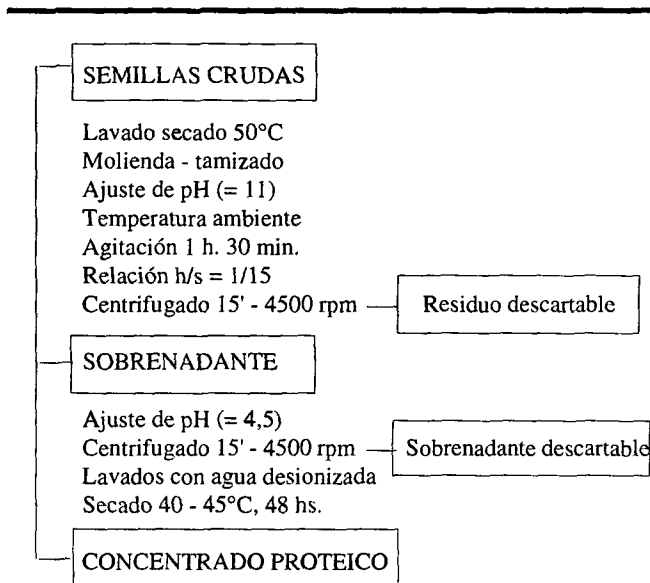


TABLA 1
Efecto de la relación harina-solvente sobre la extracción de proteínas de la harina de *A. cruentus*

Harina/Solvente g/ml	% de proteína solubilizada
1:5	33.6 ± 4.0 (1)
1:7	31.7 ± 3.8
1:10	40.2 ± 3.9
1:15	48.2 ± 4.3

(1) X ± DE

Obtención del concentrado proteico: Fijadas las condiciones óptimas de extracción, se procedió a la obtención del CP (Gráfico 1), para ello se pesaron 500 g de harina y se hizo la dispersión en 7.500 ml de agua desionizada. Se trató con NaOH 5 N hasta alcanzar el pH 11. Se agitó la solución en agitador mecánico durante 1 hora 30 minutos, a temperatura ambiente. Transcurrido ese tiempo, se centrifugó la solución para separar el insoluble.

La solución se acidificó con HCl 5 N hasta obtener un pH 4.5. Se dejó en reposo hasta sedimentación total. El coágulo se separó por centrifugación a 4.500 r.p.m. durante 15 minutos, se lavó 3 veces con agua desionizada. El precipitado así obtenido se secó a una temperatura de 40-45 °C en estufa con corriente de aire forzado durante 48 hs (4)(5). Se obtuvo un CP de color crema.

Métodos analíticos y pruebas funcionales: Sobre el CP se determinó la composición química proximal (6). Se estudiaron las siguientes propiedades funcionales: solubilidad de la proteína según el pH (7)(8), capacidad de absorción de agua (CAA) (9), capacidad de absorción de aceite (CAAc) (10) y actividad de emulsificación (AE) (11). La CAA de las proteínas fue determinada con el equipo propuesto por Torgersen y Toledo, que está constituido por un monitor bacteriológico de plástico (Millipore Co) para contactar la harina con el agua a través de un papel de filtro Whatman N° 1 sobre

el que se esparce la muestra. Las determinaciones se hicieron por duplicado y a temperatura ambiente. El volumen de agua absorbida en ml/g de proteína, cuando se alcanza el equilibrio representa la CAA de las proteínas.

La CAAc se determinó en forma similar utilizando el mismo equipo. La diferencia consistió en que se usó un papel de filtro de fibra de vidrio Whatman G F/c en lugar del papel del filtro común y el aparato se llenó de aceite. El volumen de aceite absorbido en ml/g de proteína una vez alcanzado el equilibrio representa la CAAc de las proteínas. Las determinaciones se hicieron por duplicado y a temperatura ambiente.

La AE fue determinada en una dispersión acuosa de la muestra a pH 7 con agitación permanente durante 15 minutos, luego se agrega aceite de maíz homogeneizando durante 3 minutos. El fluido fue centrifugado a 1300 G por 5 minutos. La AE se expresa como la relación entre el peso de la capa emulsificada respecto del peso del fluido por ciento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química proximal: En la Tabla 2 se consignan los valores obtenidos en los distintos análisis realizados. La concentración nitrogenada del CP es similar a la proteína de la harina de soja (50.9 vs. 57.5 %) (12).

TABLA 2
Composición química del CP (g/100g)

Proteína (N x 6.25)	50.9
Humedad	3.3
Extracto etéreo	5.8
Fibra cruda	6.4
Cenizas	3.8
Carbohidratos totales(1)	29.9

(1) Por diferencia

Solubilidad del concentrado proteico según el pH: El efecto del pH en la solubilidad del CP se presenta en la Gráfica 2. El máximo de proteína solubilizada a pH 11 fue de 94.3 % y la solubilidad mínima se obtuvo a pH 4.5 con un porcentaje de 5 % de materia solubilizada.

Actividad de emulsificación: La AE arrojó un valor de 47.9 % (Tabla 3), comparando este valor con el obtenido en un concentrado comercial de proteína de soja (13) cuyo valor es 92, la AE de la muestra es baja, pero si lo comparamos con el valor de la harina de soja 54 el valor se aproxima bastante.

TABLA 3
Actividad de emulsificación

Muestra	Actividad de emulsificación*
CP de <i>A. cruentus</i>	47.9 ± 4.9(1)
Harina de soja	54
Concentrado comercial de proteína de soja	92

* AE= $\frac{\text{Peso de la Emulsión}}{\text{Peso del Fluido}} \times 100$

(1) X ± DE

Capacidad de absorción de agua y aceite: En la Tabla 4 se dan a conocer los resultados de la CAA del CP comparado con la harina de soya, el valor es similar (12). Es decir que el CP de *A. cruentus* tiene buena capacidad de absorber agua, esto sugiere que la propiedad que mejor describiría la afinidad de la proteína con el agua en la interfase sería este indicador. Ello se debe a los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua y los grupos polares de las cadenas proteínicas. Con respecto a la CAAC el valor hallado por nosotros, es bajo si lo comparamos con el de harina de soya (12). El balance hidrofílico - lipofílico de la proteína se evaluó a través de la relación entre la CAA y la CAAC, dicha relación es el índice de absorción de agua y aceite (IAAAC) (14). La relación fue de 2.8 (Tabla 5). De acuerdo a Kanterewicz cuando el valor del índice es superior a 2, la proteína posee características hidrofílicas.

TABLA 4
Absorción de agua y aceite del CP y de harina de soya

	CP	Harina de soya
Absorción de agua ⁽¹⁾	2.0 ± 0.3 ⁽²⁾	2.3
Absorción de aceite ⁽¹⁾	0.7 ± 0.8	1.2

(1) Expresado en ml de agua o aceite/g de proteína
(2) X ± DE

TABLA 5
Índice de absorción de agua y aceite

Proteína	CAA ml Agua g Proteína	CAAC ml Aceite g Proteína	IAAAC ml Agua ml Aceite
Concentrado comercial de proteína de soya	2.4	1.3	1.9
CP de <i>A. cruentus</i>	2.0 ± 0.4 ⁽¹⁾	0.7 ± 0.8 ⁽¹⁾	2.8

CAA: Capacidad de Absorción de Agua
CAAC: Capacidad de Absorción de Aceite
IAAAC: Índice de Absorción de Agua y Aceite

(1) X ± DE

CONCLUSION

De los estudios realizados sobre CP de *Amaranthus cruentus*, con una concentración de proteína de 40.9 % y de los ya reportados para la harina (1) que evidenció un buen aprovechamiento nitrogenado: NPU 52 ± 3.4; TD 81 ± 7.6; BV 63, un buen perfil aminoácido e importante concentración en lisina total con un número químico mayor de 100 el CP podría ser un buen complemento de cereales y de otras proteínas deficientes en este aminoácido.

El valor obtenido de absorción de agua tienen significación en la formulación de alimentos. La velocidad de captación de agua podría influenciar el orden de agregado de los ingredientes secos en una mezcla alimenticia, o bien actuar como un agente de retención de humedad, facilitando el mezclado y la combinación de los ingredientes. Se deducen amplias perspectivas para su utilización en la alimentación mediante productos de panificación mejorando el valor nutritivo de dietas tradicionales.

REFERENCIAS

1. Arellano M., Luquez N., Scognamiglio G. y Mucciarelli S. Semillas de Amarantho (*Amaranthus cruentus*). Valor Potencial Alimenticio. Rev. Chil. Nutr. 18:29-33, 1990.
2. Pedersen B., Hallgren L., Hansen I. and Eggum B.O. The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*). Foods for Human Nutrition, 36:325-334, 1987.
3. Nilo Rivas R., Dench JE. and Caygill JC. Nitrogen Extractability of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Seed and the Preparation of Two Protein Isolates. J. Sci. Food Agric. 32:565-571, 1981.
4. Kopsic T. y Sagula AR. Soja. Obtención de concentrado de proteínas, aislada y proteinato sódico, usando harina de extracción nacional, Buenos Aires. Ediciones del Instituto Argentino de Grasas y Aceites. 1-7, 1977.
5. Bertoni M. y Cattáneo P. Sobre la composición de un aislado proteico de harina integral de semilla de lino. Anales Asoc. Quím. Argentina, 61:129-133, 1973.
6. Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis of the AOAC 12th de. Washington, D.C. The Association, 1975.
7. Kinsella JE. Functional properties of soy proteins. J. Am. Oil Chemists' Soc. 56:242-258, 1979.
8. Johnson DW. Functional properties of oilseed proteins. J. Am. Oil Chemists' Soc. 47:402, 1970.
9. Torgersen H. and Toledo RT. Physical properties of protein preparations related to their functional characteristics in Comminuted Meat Systems. J. of Food Sci. 42:1615-1620, 1977.
10. Kanterewicz de RJ., Pilosof AMR. and Bartholomai GB. A simple method for determining the spontaneous Oil Absorption Capacity of proteins and the kinetics of oil uptake. Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS) 66:809-812, 1989.
11. Yasumatsu K., Sawada K., Moritaka S., Misaki M., Toda J., Wada T. and Ishii K. Whipping and emulsifying. Properties of soybean products. Agr. Biol. Chem. 36:719-727, 1972.
12. Delahaye de EP. Concentrado proteínicos de palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacquin). Proceso de extracción y propiedades funcionales. Arch. Latinoamer. Nutr. 35:509-517, 1985.
13. Dench JE., Nilo Rivas R. and Caygill JC. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) Flour and two protein isolates. J. Sci. Food Agric. 32:557-564, 1981.
14. Kanterewicz de RJ., Elizalde BE., Pilosof AMR. and Bartholomai GB. Water-Oil Absorption Index (WOAI): A simple method for predicting the emulsifying capacity of food proteins. J. of Food Sci. 52:1381-1384, 1987.

Recibido: 26-12-1994
Aceptado: 11-01-1996

Nutritional evaluation of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp)

Christine J. Bergman¹, Daisy G. Gualberto² and Charles W. Weber³

University of Arizona, Tucson, Arizona, United States

SUMMARY. The objective of this study was to determine the nutritional quality of the pasta described above. The work was unique in the following aspects: 1) the drying process was a nonconventional method, consisting of a high-temperature short-time (HTST) process; 2) the nutritional quality of the wheat pasta was improved by the cowpea supplementation. Cowpea was especially chosen due to it being a staple food in the diet of the people in Northeast Brazil. Benefits attributed to the HTST drying process include a reduction in bacterial counts, shorter processing time and less energy consumption. In addition, there are reports in the literature of improved pasta firmness, color intensity, and cooking characteristics, when non *Triticum durum* materials plus drying are used. The pasta produced in this work was made using 100 % soft wheat flour (SP), and soft wheat flour (SF) mixed supplemented with 10, 20 and 30 % dehulled cowpea meal (CM); referred to as 10, 20 and 30 % SP, respectively. The methods utilized in this project included: AACC methods for proximate analyses and trypsin inhibitor activity determination, atomic absorption spectrophotometry for mineral determination, a dye binding procedure for measuring available lysine, HPLC for amino acid quantification, FAO/WHO amino acid scoring patterns for chemical scores and AOAC for protein digestibility. The protein content of the pastas supplemented with CM ranged from 11.3 to 14.2 %, while the 100 % SF pasta (SP) contained 10.9 %. CM supplementation resulted in 52 to 113 % more total lysine, and 26 to 82 % more available lysine in the CM pasta compared to the SP. Chemical scores for SP were 45 and 59 % for preschool and school-age children, respectively. Adding 30 % CM to SP improved the above chemical scores to 89 and 100+, respectively. However, the addition of CM compromised the *in vitro* protein digestibility of SP from 4 to 6 %. The addition of 30 % CM provided the SP with greater calcium (Ca), iron (Fe), zinc (Zn) and copper (Cu): 44, 49, 91 and 402 % respectively. Cooking the CM pasta resulted in a 50 to 90% retention of mineral content, with the greatest loss being for Cu. In the cooked 30 % CM pasta, the contents of Fe, Zn and Cu were, respectively, 50, 67 and 243 % greater than their content in the cooked SP. Of the cooked pasta, the only one displaying trypsin inhibitor activity was the 30 % CM pasta, which had 0.8 TIU.

RESUMEN. Evaluación nutricional de una pasta de harina de trigo secada a alta temperatura y suplementada con frijol (*judía de vaca*) (*Vigna unguiculata* (L) Walp). El objetivo de este estudio fue determinar la calidad nutricional de dicha pasta. El trabajo fue único en los siguientes aspectos: 1) El proceso de secado fue hecho bajo un método no convencional, dicho proceso consistió en secar la pasta a alta temperatura y en corto tiempo; 2) la calidad nutricional de la pasta de harina fue mejorada con un suplemento de frijol. El frijol fue selectivamente escogido por ser un cultivo común y que forma parte de la dieta en los habitantes del noroeste de Brasil. Otros beneficios atribuidos al proceso de secado utilizado en este estudio son reducción de contaminación de bacterias de la pasta. Bajo un punto de vista industrial, este proceso podría representar una reducción en el tiempo de procesamiento, una disminución en el consumo de energía y una reducción en los costos de producción. Adicionalmente, la literatura reporta un mejoramiento de la pasta de harina en varios aspectos, cuando otras harinas diferentes a *Triticum durum* son usadas y posteriormente secadas. Dichos aspectos son firmeza, intensidad de color, y características de cocimiento. La pasta producida en este estudio fue hecha usando 100% de harina de trigo y harina de trigo suplementada con 10, 20 y 30 % de harina de frijol. Los métodos utilizados en este estudio fueron: AACC, para la inhibición de la actividad de la tripsina; espectrofotometría de absorción atómica, para la determinación de minerales; colorimetría, para la estimación de la lisina disponible; HPLC, para la cuantificación de amino ácidos; FAO/WHO, para las determinaciones de escores químicos, y AOAC, para la evaluación de la digestibilidad de la proteína. El contenido de proteína de las pastas suplementadas con harina de frijol fue entre 11.3 y 14.2 %, mientras que la pasta de harina de trigo al 100 % presentó sólo 10.9 % de contenido proteico. La pasta de harina suplementada con frijol resultó de 52 a 113 % con más lisina total, y de 26 a 82 % con más lisina disponible, comparativamente con la harinas de trigo. Los escores químicos de la harina de trigo fueron 45 % para niños de edad pre-escolar y 59 % para niños en la primaria. Estos escores químicos fueron mejorados, cuando a la harina de trigo, se le adicionó 30 % de harina de frijol, dichos resultados fueron 89 % para pre-escolares y 100+ para niños de primaria. Sin embargo, el suplemento de harina de frijol redujo de un 4 a 6 % la digestibilidad *in vitro* de las proteínas presentes en la harina de trigo. La suplementación de harina de trigo con 30 % de harina de frijol incrementó el contenido de calcio, hierro, zinc y cobre en un 44, 49, 91 y 402 % respectivamente. En dicho tipo de pasta, estos minerales fueron retenidos de un 50 a 90 % cuando la harina de frijol fue cocida, siendo la mayor pérdida de cobre. Cuando las pastas fueron cocidas, el contenido de hierro, zinc y cobre resultó mayor en un 50, 67 y 243 %, respectivamente, en la harina suplementada con 30 % de harina de frijol comparativamente con la harina de trigo. De todas las pastas cocidas, únicamente la que fue suplementada con 30 % de harina de frijol mostró inhibición de la actividad de la tripsina, con 0.8 unidades internacionales de tripsina.



- 1 Post-doctoral position with the United States Department of Agriculture/ Agriculture Research Service/Soft Wheat Quality Laboratory.
- 2 Post-doctoral position with the United States Department of Agriculture/ Ohio Agricultural Research and Development Center/Soft Wheat Quality Laboratory.
- 3 Full Professor. University of Arizona, Nutrition and Food Science Department. Tucson, USA.

INTRODUCTION

Although pasta is losing its inexpensive and filling «reputation» in western countries, many areas of the developing world continue to view pasta in this way. However, in order to reach and maintain this low cost status for foods, such as pasta, governments of many less developed countries have felt compelled to: first, use large amounts of hard currency to import wheat, and second, subsidize this grain at the point of consumption (1,2).

Nutritionally, unfortified pasta provides consumers with kilocalories, but offers little in terms of vitamins or minerals. Additionally, pasta is not considered an adequate protein source for children, or young adults, due to its limiting essential amino acid lysine (Lys).

Attempting to reduce developing countries reliance on wheat imports, while improving pasta's nutritional quality, several studies have evaluated the use of locally grown crops in pasta formulation. In terms of product quality, encouraging results have been reported using soybean (3), lupin (4), pea (5), other legumes (6) and chickpea (7), while products of lesser quality have been produced using rape seed (8), and corn gluten meal (9).

Recent improvements in the genetics of *Vigna unguiculata* (L) Walp, better known as cowpea or blackeyed pea, have resulted in a greater production within its traditional growing regions in the tropics, and brought about its introduction to previously unsuitable regions (10). Currently, cowpea is an important source of protein in less developed regions, such as in Northeast Brazil and West Africa. Value added products have been suggested as a means to increase the market for cowpea in the regions mentioned above as well as in the United States (11, 12, 13). In addition, such products could help overcome the constraints to increased consumption created both by storage-induced textural defects and laborious methods used in the production of home made cowpea based foods (14, 15).

Drying is considered to be the most critical and difficult step in pasta production. High temperature (HT) drying has received limited research attention yet it is widely used in industry. Similar stages compared to conventional drying methods are used, along with temperatures above 70 °C (16). The suggested benefits of HT drying include reduction in bacterial counts, drying time, labor and maintenance requirements, thus, pasta production costs are reduced (17). In addition, several authors claim improvements in firmness, color intensity, and cooking characteristics when low quality durum wheat or nondurum materials are used (18, 19).

Like most legumes, cowpea contains a variety of antinutritional factors, which may result in adverse physiological response if they are not removed, or their activity reduced during processing. Dehulling has been reported to reduce the amount of stachyose and raffinose in cowpeas, while almost eliminating its tannin content (20, 21). The amount of lectins in cowpea has been reported to be low compared to other legumes, while its phytic acid content has been found at levels similar to that in durum semolina flour (22, 23). Previous work indicates that cowpea also contains moderate levels of trypsin inhibitor, which displays reduced activity when exposed to moist heat, while dry heat has been shown to be less effective in reducing the inhibitor's activity (24, 25).

A high-temperature (HT) dried pasta supplemented with cowpea developed by Bergman et al (26), thus may be compromised in its nutritional quality, due to trypsin inhibitor activity, as it is produced by a dry heat process. Other potential shortcomings of that product

are the detrimental affect of the HT drying process on Lys availability (27, 28), and mineral loss during cooking, due to leaching into the cooking water. The objective of this study was to examine the nutritional quality of HT dried pasta products, made from soft wheat, and supplemented with cowpea.

MATERIAL AND METHODS

Material: Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp, cv. California Blackeyed #5) was donated by Foundation Seed- California Crop Improvement Association, Davis, California. The soft wheat flour was provided by Cereal Food Processors, Inc., Kansas City, Kansas, and the durum semolina was purchased from Pantanella Roma Imports of America, Tucson, Arizona. Chemicals were of analytical grade and were purchased from Sigma, Saint Louis, Missouri.

Pasta production: According to Bergman et al (26), cowpeas were dehulled and ground, and the pasta was extruded and HT dried. The following pasta treatments were produced: 1) 100 % durum semolina (DP); 2) 100 % soft wheat flour (SP); 3) 90 % soft wheat flour, 10 % cowpea meal (10 % CP); 4) 80 % soft wheat flour, 20 % cowpea meal (20 % CP); and 5) 70 % soft wheat flour, 30 % cowpea meal (30 % CP).

Sample composition: Proximate composition and acid detergent fiber were performed, in triplicate, using the AACC methods (29). Atwaters' energy conversion factors, of 4 kcal/g for protein and carbohydrate, and 9 kcal/g for fat, were used to estimate the kilocalorie content of the pasta treatments (30).

Mineral determination: Samples (in triplicate) were wet ashed, using HNO₃ and HClO₄. Ashed samples were evaluated for their Ca, Cu, Fe and Zn contents, using a Hitachi Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrophotometer (model 180-70). Linear regression, using spectroscopy absorbance values for mineral standards, was used to determine sample mineral concentrations. Bovine liver, from the National Standards Bureau, was also analyzed to evaluate the methods' accuracy. Calculation of mineral retention, after cooking, was performed using the following equation (31):

$$\% \text{ True Retention} = \frac{[(\text{mineral content per g of cooked pasta} \times \text{g of pasta after cooking}) / (\text{mineral content per g of uncooked pasta} \times \text{g of uncooked pasta})] \times 100}$$

Available lysine: The available Lys content of both, the raw materials and the pasta samples cooked for 10 minutes, was measured (in triplicate), using a drye binding procedure (32).

Amino acid determination: Each sample was analyzed (in duplicate), both in the presence and absence of sodium thioglycolate. Sodium thioglycolate was used to preserve methionine. In the absence of sodium thioglycolate, a performic acid oxidation step was carried out in order to measure cystine, as cysteic acid. Samples were hydrolyzed with 6 N HCl in an autoclave, for 18 h, at 121 °C, 15 psi (33). They were then evaporated to dryness using a rotary evaporator, dissolved in 0.1 N HCl, and filtered through Whatman N° 5 filter paper. Amino acids were derivatized with fluorescent o-phthalaldehyde, and an internal standard of amino butric acid was added to each sample run (34, 35). Quantification of amino acids was

performed using HPLC (Spectra-Physics, model 8000B), with a Rp-18, 3 μ spherical column. Tryptophan contents were estimated by calculating the mean of eight values, reported for cowpea, and five values, reported for wheat flour (36, 37, 38).

Chemical score (Amino Acid Score): The chemical score was calculated by expressing the limiting essential amino acid (EAA) in the treatments, as a percentage of the same EAA in the FAO/WHO amino acid scoring patterns, for preschool children (2-5 years), school children (10-12 years), and adults (38). **In vitro protein digestibility:** Digestibility was measured (in duplicate), by using an *in vitro* protein digestion method (39).

Trypsin inhibitor activity: Trypsin inhibitor activity (TIA) was measured (in triplicate), using defatted samples and the AACC method (29).

Statistical analysis: Data were evaluated by analysis of variance, with t test (LSD), using the statistical analysis system (SAS) computer program (40).

RESULTS AND DISCUSSION

Proximate composition of pasta: The proximate analysis of the raw material and supplemented pastas is shown in Table 1. Beginning at 20 % supplementation, the protein content of the pasta entered the range of protein (11.5- 13 %) generally considered necessary for durum semolina to produce good quality pasta (41).

TABLE 1
Proximate composition of raw material and pasta*

Treatments Content (%)	Moisture	Protein	Lipid	Ash	CHO**
Raw material					
Durum semolina (DS)	10.77	15.46	1.16	0.94	71.67
Soft wheat flour (SF)	8.73	10.72	1.13	0.64	78.78
Cowpea meal (CM)	8.52	23.08	1.11	3.37	63.92
Pasta products					
100 % Durum semolina (DP)	9.74	16.02	0.38	0.98	72.88
100 % Soft wheat flour (SP)	7.05	10.94	0.27	0.65	81.09
90 % SF + 10 % CM (10 % CP)	7.02	11.30	0.29	0.79	80.60
80 % SF + 20 % CM (20 % CP)	8.19	13.28	0.34	1.02	77.17
70 % SF + 30 % CM (30 % CP)	7.55	14.22	0.37	1.28	76.58

* Values are means of three replicates, reported on a dry weight basis

** CHO= Carbohydrate

Crude fat values were lower in the pasta than in its raw ingredients. This was likely due to the formation of complexes between lipid and starch, or protein, which are known to occur when wheat is hydrated, and mixed. For example, Youngs et al (42) found that 91.5 % of the lipid, in durum semolina, was bound after the material had been mixed with water, and centrifuged. Thus, the low fat content of the pasta treatments were not unexpected, as hexane, a non-polar solvent was used which is unable to extract those complexes.

In terms of energy content, cowpea has been reported to provide 3.9 kcal/g (43), while wheat flours are reported to contain 4.0 kcal/

g (44). As a result of these similar values, the kcal content of the CP, calculated using Atwaters factors, did not vary, compared to DP and SP.

The acid detergent fiber (ADF) content of the raw samples were found to be: 0.44 % (DS), 0.34 % (SF), and 3.40 % (CM). The amount of ADF found in the pasta products was: 0.46 % (DP), 0.35 % (SP), 0.56 % (10 % CP), 0.84 % (20 % CP), and 1.13 % (30 % CP). As expected, the ADF content of the pasta products increased with greater CM addition.

Mineral content: The contents of the minerals Ca, Cu, Fe and Zn in the raw material are shown in Table 2. CM contained levels of those minerals comparable to values reported previously, except for Fe (43, 45). The large value found for Fe may stem from contamination from milling equipment. Compared to DS and SF, CM had the highest contents of Ca, Cu, and Fe, and the least amount of Zn. The mineral content of DS and SF, did not differ significantly from each other, except for Zn, where DS showed a higher content. Mineral contents found for the SF and DS, in this study, were in agreement with findings in the literature (46, 47).

TABLE 2
The content of selected minerals in raw materials (PPM)*, **

Samples	Calcium	Copper	Iron	Zinc
Cowpea meal (CM)	444.6a	13.4 a	81.7a	3.8c
Durum semolina (DS)	184.8b	2.1b	39.4b	11.1a
Soft wheat flour (SF)	197.6b	0.7b	37.4b	7.0b

* Values are means of replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different (P<0.05).

** ppm= parts per million

The mineral content of the pasta are shown in Table 3 (Ca and Cu contents) and Table 4 (Fe and Zn contents). CM supplementation at the 20 and 30 % level resulted in the cooked pasta having higher quantities of Ca, Cu, Fe and Zn compared to the SP. The mineral content of the pasta treatments was also evaluated in terms of percent true retention (Tables 3 and 4), a method which takes into consideration the loss of solids accompanying cooking (31). In the present study, all treatment had Ca and Zn retentions comparable to the durum pastas examined by Ranhotra et al (46) and Albrecht et al (48). However, the percent retention values for Fe, in all treatments, were lower than values reported in the literature (46), and higher than the ones reported by Albrecht et al (48). Cu retention, in the present study, ranged from 50 to 79 %, while the comparison studies cited above, reported values of 12 and 97 % respectively. The primary difference existing between the methods used in these studies was in the rinsing of the cooked pasta. Ranhotra et al (46) followed typical commercial package cooking instructions, which seldom includes rinsing the cooked pasta. In contrast, the pasta evaluated in the present study, and by Albrecht et al (48), were rinsed after cooking. Because the rinsed pasta, in both cases, had lower retention values than the material, which was not rinsed, Cu may have migrated to the pasta surface during cooking, and was then washed off during the rinsing process.

TABLE 3
Mineral content of pasta before and after cooking and percent retention*

Pasta	Mineral					
	Calcium			Copper		
	Uncooked (ppm)**	Cooked (ppm)	Retenti- on (%)	Uncooked (ppm)	Cooked (ppm)	Reten- tion (%)
Durum semolina (DP)	205.1c	229.2b	106	2.4bc	2.0b	79
Soft wheat flour (SP)	193.7c	186.4c	87	1.0d	0.7d	63
90%SF + 10%CM (10% CP)	259.3b	239.8b	91	1.8cd	1.0c	50
80%SF + 20%CM (20% CP)	252.8b	246.2b	89	3.0b	1.8b	55
70%SF + 30%CM (30% CP)	278.8a	290.9a	96	4.0a	2.4a	55

* Values are means of two replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different (P<0.05). SF= Soft wheat flour; CM= Cowpea meal; CP= Pasta made from soft wheat and cowpea.

** ppm= parts per million.

TABLE 4
Iron and zinc content of pasta before and after cooking and percent retention*

Pasta	Mineral					
	Iron			Zinc		
	Uncooked (ppm)**	Cooked (ppm)	Retenti- on (%)	Uncooked (ppm)	Cooked (ppm)	Reten- tion (%)
Durum semolina (DP)	61.0d	38.5d	60	12.5b	11.1b	84
Soft wheat flour (SP)	81.6a	53.2b	59	7.6d	7.6c	90
90%SF + 10%CM (10% CP)	60.8d	42.9c	64	9.2c	8.2c	81
80%SF + 20%CM (20% CP)	69.8c	56.5a	74	12.0b	10.4b	80
70%SF + 30%CM (30% CP)	79.1b	58.0a	67	14.6a	12.7a	80

* Values are means of two replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different (P<0.05). SF= Soft wheat flour; CM= Cowpea meal; CP= Pasta made from SF and CM

** ppm= parts per million.

Essential amino acids: The EAA content of the raw material is shown in Table 5, and of the cooked pasta in Table 6. Results, for the raw material, were in agreement with findings in the literature, except for an apparent discrepancy in the wheat tyrosine (Tyr) values (49,50). In the present study, SF and DS contained 50 % more Tyr compared to the levels reported in the studies cited above. However, the Tyr content found in hard wheat (51), was greater than the levels found, in the DS and SF, in the present study. Finley (52) reported a 43 % difference in levels of Tyr, in soybeans, depending on the conditions of hydrolysis. It has been reported that Tyr content, in wheat, have limited variability between classes (53). Thus, differences in the methodology used among previous studies and the present work, rather than genotypic differences, may explain the variations between Tyr values reported here, and in the literature. There was a significant difference in the amino acid content among the raw materials (P<0.05). CM was found to have the highest levels of His and Lys. SF had the highest content of Met, followed by DS, and CM. Finally in terms of Cys content, the three materials differed significantly, with SF having highest Cys content, followed by DS, and CM.

TABLE 5
Essential amino acid (EAA) content of raw materials (g/16g N)*, **

EAA	Cowpea meal (CM)	Durum semolina (DS)	Soft wheat flour (SF)
His	3.28a	2.12b	2.20b
Ile	4.15a	3.63c	3.93b
Leu	7.53a	6.78b	7.51a
Lys	7.18a	2.22b	2.42b
Met	1.20c	1.34b	1.54a
Cys	0.72c	1.92b	2.23a
Phe	5.06a	4.54b	5.03a
Tyr	2.90b	2.62c	3.14a
Thr	3.17a	2.10c	2.42b
Trp***	1.09	1.03	1.03
Val	4.80a	3.97c	4.59b

* Values are means of two replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different (P<0.05).

** EAA= Essential amino acids. Histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, cysteine, phenylalanine, tyrosine, threonine, tryptophane, and valine.

*** Tryptophan values represent the mean of literature values for 8 cowpea cultivars and 5 wheat flours (36).

TABLE 6
Essential amino acid (EAA) content of cooked pasta (g/16g N)*, **

EAA***	DP	SP	90% SF+ 10% CM	80% SF+ 20% CM	70% SF+ 30% CM
His	2.09cd	2.01d	3.24bc	2.50b	2.80a
Ile	3.79a	3.60a	3.85a	4.01a	4.25a
Leu	7.20a	6.79a	7.25a	7.45a	7.89a
Lys	2.72c	2.60c	3.68bc	4.51ab	5.53a
Met	1.49a	1.50a	1.51a	1.49a	1.51a
Cys	1.61a	2.07a	1.74a	1.28a	1.31a
Phe	5.28a	4.99a	5.29a	5.45a	5.64a
Tyr	2.83a	2.80a	3.01a	3.10a	3.20a
Thr	2.28c	2.25c	2.67b	2.85ab	3.01a
Trp****	1.03	1.03	1.04	1.04	1.05
Val	4.16cd	4.13d	4.47bc	4.70b	4.91a

* Values are means of replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different (P<0.05).

** DP= 100 % Durum semolina pasta, SP=100 % soft wheat flour pasta, SF= soft wheat flour, CM= cowpea meal.

*** Histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, cysteine, phenylalanine, tyrosine, threonine, tryptophan and valine.

**** Tryptophan values represent the mean of literature values for 8 cowpea cultivars and 5 wheat flours (36).

Dexter et al (27) demonstrated that amino acid levels in pasta are not significantly affected by pasta drying. Taking this into consideration, the cooked pasta in the present study was chosen to be evaluated for its amino acid content. A greater amount of the EAA's, His, Lys, Thr and Val were found in the supplemented pasta compared to the DP and SP treatments. The other EAA were not found to be significantly different between treatments. However, the levels of Met and Cys, in CM, were less than in the SF and DS treatments.

Consequently, sulfur amino acid levels, in the pasta, were compromised by cowpea supplementation.

Total and available lysine: The total and available Lys contents of the raw material are shown in Table 7, while the contents in the cooked pasta are presented in Table 8. The total Lys content of 7.18 g/16g N found for CM, in this study, agrees with findings by Hurrell et al (32), who reported a value of 6.62 g/16 g N for dehulled cowpea. The addition of 20 and 30 % CM increased the total Lys content of the SP from 2.60 g/16 g N to 4.51 and 5.53 g/16 g N, respectively. Increased available Lys was also achieved with cowpea supplementation. Addition of 30 % CM boosted the level by 82 % resulting in an available Lys content of 4.37 g/16 g N. Lys is the essential amino acid of most concern in pasta, because high temperature during processing have been reported to reduce its availability, thus aggravating its limiting amino acid status (28). High processing temperatures, low water content, and significant levels of reducing sugars are all factors which promote reduction in Lys availability. Those conditions favor the Maillard reaction, which occurs between reducing sugars and free amino groups of proteins, thereby decreasing Lys availability, and ultimately, protein digestibility (54,55). Dexter et al (16) have shown that with a relatively high water content and a small amount of reducing sugars, decreases in available Lys, in pasta, are directly related to the drying temperature and length of product exposure to heat (27).

TABLE 7
Total and available lysine contents of raw materials*

Sample	Lysine content g/16g N	
	Total	Available
Raw material		
Durum semolina (DS)	2.32b	2.30b
Soft wheat flour (SF)	2.42b	2.39b
Cowpea meal (CM)	7.18a	6.90a

* Values are means of two replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

TABLE 8
Total and available lysine contents of cooked pasta*

Sample**	Lysine content g/16g N	
	Total	Available
Pasta		
100% Durum semolina (DP)	2.72c	2.47b
100 % Soft wheat flour (SP)	2.60c	2.40b
90 % SF + 10% CM (10% CP)	3.68bc	3.03b
80% SF + 20% CM (20% CP)	4.51ab	3.36ab
70% SF + 30% CM (30% CP)	5.53a	4.37a

* Values are means of two replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

** SF= Soft wheat flour; CM=Cowpea meal; CP= Pasta made from SF and CM.

A study evaluating the effect of HT drying on available Lys, in semolina pasta, reported a loss of 32 %, after 5 h of drying at 85

°C(28). Dexter et al (27) reported the available Lys loss, in semolina pasta, to be 9.4 % after a drying cycle consisting of one h at 40 °C, 2 h at 85 °C, and 6 h at 40 °C. In the present study, the percent of total Lys, in the pasta treatments, which was available, decreased from 6 to 24 % in relationship to the raw materials. The percent of total Lys, which was available in the DP and SP were 91 and 92 %, respectively. Lower values of 82, 75 and 79 % were found for the percent of available Lys compared to the total Lys, in the 10, 20 and 30 % CM supplemented pastas. This difference between the 100 % wheat treatments and the CP might, in part, be explained by the fact that cowpea possesses approximately three times more reducing sugar than wheat (56,57). Thus, exposing the CP treatments to HT drying may have created conditions, which favored more the Maillard reaction.

Chemical Score: Several methods for evaluating protein quality have been developed to try to decrease the time and cost of performing animal studies. A simple technique known as chemical score, or amino acid score, reports the percentage of a product's lowest occurring EAA, compared to the content of the same EAA in a reference protein (38). Chemical scores for cooked pasta, as compared to amino acid needs of young children, adolescents, and adults are listed in Table 9. Based on their chemical to amino acid needs of same EAA in a reference protein (38). Chemical scores for cooked pasta, as compared to amino acid needs of young children, adolescents, and adults are listed in Table 9. Based on their chemical scores, SP and DP would not be considered good protein sources for preschool or school children, as their scores fell within the range of 45 to 62. However, at 20 % supplementation and above, CM dramatically improved the SP's chemical score for school children. Adding 30 % cowpea brought the limiting amino acid score of SP, for preschool children, from 45 to 89. Although this increase was a substantial improvement, it was not enough for it to be considered equivalent to an «ideal protein» source for preschoolers.

TABLE 9
Pasta chemical scores for children and adults*

Pasta sample*	Chemical Score (%)**		
	Preschool child (2-5 yrs)	School child (10-12 yrs)	Adult
100% Durum semolina (DP)	47	62	100+
100% Soft wheat flour (SP)	45	59	100+
90% SF + 10% CM (10% CP)	63	84	100+
80% SF + 20% CM (20% CP)	78	100+	100+
70% SF + 30% CM (30% CP)	89	100+	100+

* Scoring patterns of amino acid levels are those suggested by FAO/WHO (1985)

** SF= Soft wheat flour; CM=Cowpea meal; CP= Pasta made from SF and CM.

*** The limiting amino acid was lysine, except for 30% CP, for preschool child, it was threonine.

TABLE 10

In vitro protein digestibility of raw materials and cooked samples

Samples*	Digestibility (%)**
Raw material	
Durum semolina (DS)	89.10a
Soft wheat flour (SF)	85.21c
Cowpea meal (CM)	74.80g
Pasta Products	
100% Durum Semolina (DP)	87.56b
100% Soft Wheat Flour (DP)	84.63c
90 % SF + 10% CM (10% CP)	81.04d
80% SF + 20% CM (20% CP)	79.50e
70% SF + 30% CM (30% CP)	78.17f

* SF= Soft wheat flour; CM=Cowpea meal; CP= Pasta made from SF and CM.
 ** Values are means of two replicates, reported on a dry weight basis. Within the column, values followed by same letters are not significantly different (P<0.05).

Tabla 11

Effect of cooking on trypsin inhibitor activity***

Samples	TIU***	
	Uncooked	Cooked
Raw material		
Durum semolina (DS)	trace	—
Soft wheat flour (SF)	trace	—
Cowpea meal (CM)	14.8a	—
Pasta Products****		
100% Durum semolina (DP)	trace	trace
100% Soft wheat flour (SP)	trace	trace
90 % SF + 10% CM (10% CP)	1.3d	trace
80% SF + 20% CM (20% CP)	2.9c	trace
70% SF + 30% CM (30% CP)	3.3b	0.8a

* Values are means of three replicates, reported on a dry weight basis. Within each column, values followed by the different letters are significantly different.
 ** Trace= values too low to fall within the 40 % to 60 % inhibition range required to calculate accurate trypsin inhibitor activity values.
 *** TIU= Trypsin inhibitor unit
 **** SF= Soft wheat flour; CM=Cowpea meal; CP= Pasta made from SF and CM.

***In vitro* digestibility:** Protein quality is a function of a foods' protein digestibility, as well as its essential amino acid content. The *in vitro* protein digestibility (IVPD) method used in this study has been reported to be able to distinguish between as little as 1 % differences in the protein digestibility of several processed cowpea products (58). Table 10 presents the *in vitro* protein digestibility results of the raw materials and cooked pasta samples from the present study. The IVPD of the raw cowpea was found to be 74.8 %, which is similar to the value of 77.8 % reported by Phillips and Baker (58), and within the range of 75 % to 80 % reported for varoious cowpea cultivars, by Onigbinde and Akinyele (20). Furthermore, the IVPD value of 89.1 % for durum semolina, is comparable to previously reported data for this commodity: 85.4 % (59) and 87.6 % (9).

The IVPD of uncooked and cooked pasta were not significantly different, thus only the values for the cooked treatments are reported. As CM supplementation increased, IVPD scores for the supplemented pasta decreased. Reduced durum semolina digestibility, after pasta

drying has previously been related to simultaneous losses of available Lys (59). In the present study, the cowpea treatments (Table 7) had 75 to 82 % of their total Lys available, while the raw materials had close to 100 %. Therefore, the presence of indigestible Lys complexes, along with the additional fiber provided by the cowpea, may have related to the lower IVPD, which accompanied CM supplementation (60).

Trypsin inhibitor activity (TIA): TIA values for raw matrials, uncooked and cooked pasta are listed in Table 11. The value of 14.8 obtained for CM, in this study, is less than the range of 15.6 to 31.2 reported by Ogun et al (25), and higher than the value of 12.20 reported by Elkowicz and Sosulski (24). Activities for SP, DP, 10 % CP and 20 % CP were too low to fall within the 40 to 60 % inhibition range required to calculate and were thus reported as trace. Sing and Chauhan (61) reported a value of nil for the TIA of cooked noodles made from durum, while Bahnassegy et al (6) reported 0.8 TIU in uncooked durum semolina pasta.

The TIA method requieres that «one ml of extract inhibits 40-60 % of the standard trypsin solution» (29). Fifty ml of 0.01 N NaOH are generally used to extract one g of sample. In the present study, this method was utilized, but still several samples did not demonstrate TIA activity. Only after increasing the amount of sample extracted to two g did the SP, DP, 10 % CP, and 20 % CP, after cooking demonstrate TIA. The CP treatments had TIU values from 1.3 to 3.3. At the point of consumption, that is, after cooking, the CP's TIA ranged from trace to 0.8 TIU. Therefore, TIA in CP should not be considered as posing a potential health risk.

CONCLUSION

Considering total protein, EAA content, and available Lys the supplemented products were all nutritionally superior to the SP. Additionally, trypsin inhibitor activity was found to be of little consequence. However, the protein in the CP pasta was less digestible than one in the 100 % wheat pastas.

Te use of response surface methodology (RSM) has proven effective in ipitimizing HT dried pasta quality (62). Future work to improve CP might include the use of RSM to determine the optimum SF and CM combination and processing conditions which will maximize the nutritional quality, sensory properties and cooking quality of CP.

REFERENCES

1. Scobie G.M. Food subsidies in Egypt: their impact on foreign exchange and trade. Research Report 40. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C. 1983.
2. Calegar G.M. & Schuh G.E. The Brazilian wheat policy: its costs, benefits, and effects on food consumption. Research Report 66. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., 1988.
3. Clausi A.S. Cereal grains as dietary protein sources for developing highly acceptable high-protein foods. Food Tech. 25:821-825, 1971.
4. Morad M.M., El-Magoli SB. & Afifi S.A. Macaroni supplemented with lupin defatted soybean flours. J. Food Sci. 45:404-405, 1980ç
5. Nielsen MA., Summer AK. & Whalley L.L. Fortification of pasta with pea flour and air-classified pea protein concentrate. Cereal Chem. 57:203-206, 1980.
6. Bahnassegy Y., Khan K. & Harrold R. Fortification of spaghetti with edible legumes. I. Physicochemical, antinutritional, amino acid and mineral composition. Cereal Chem 63:210-215, 1986.

7. Hung T., Nithianandan V. & Black R.G. Preparation and evaluation of pasta supplemented with chickpea and lupin flours. *Cereals International. Proceedings of an International Conference held in Brisbane, Australia. Royal Australian Chemical Institute. Australia. Sept. 9-13, 1991.*
8. Matsuo R.R., Bradley J.W. & Irvine G.N. Effect of protein content on the cooking quality of spaghetti. *Cereal Chem* 49:707-709, 1972.
9. Buck J.S., Walker C.E. & Watson K.S. Incorporation of corn gluten meal and soy into various cereal-based foods and resulting product functionality, sensory, and protein quality. *Cereal Chem* 64:264-266, 1987.
10. Rachie K.O. Introduction. In: Cowpea: Research, Production, and Utilization. S.R. Singh & K.O. Rachie (Ed). John Wiley and Sons, Great Britain, 1985.
11. Molina M.R. & Bressani R. Production of high-protein quality pasta products using a semolina/corn/soy flour mixture. II. Some physicochemical properties of the untreated and heat-treated corn flour and of the mixtures studied. *Cereal Chem* 53:134-140, 1976.
12. Molina M.R., Gudiel H., Baten M.A. & Bressani R. Production of high-protein quality pasta products using a semolina/corn/soy flour mixture III. Effect of cooking on the nutritive value of pasta. *Cereal Chem* 59:34-37, 1982.
13. Mc Watters K.H., Enwere N.J. & Fletche S.M. Consumer response to akara (fried cowpea paste) served plain or with various sauces. *Food Tech.* 46:111-115, 1992.
14. Dovlo F.E., Williams C.EE. & Zoaka L. Cowpeas: home preparation and use in West Africa. International Research and Development Council, Ottawa, Canada, 1976.
15. King J., Nnanyelugo D.O., Ene-obong H. & Ngoddy P.O. Household consumption profile of cowpea (*Vigna unguiculata*) among low-income families in Nigeria. *Ecol. Food Nutr.* 16:202-211, 1985.
16. Dick J.W. & Matsuo R.R. Durum wheat and pasta products. In: *Wheat: Chemistry and Technology*. Y. Pomeranz (Ed). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, p.507-510, 1988.
17. Hahn D.H. Application of rheology in the pasta industry. In: *Dough Rheology and Baked Product Texture*. H. Faridi and J. Faubion (Eds.), Van Nostrand Reinhold, NY, p.385, 1990.
18. Dexter J.E., Matsuo R.R. & Morgan B.C. High temperature drying: effect on spaghetti properties. *J. Food Sci.* 46:1741-1746, 1981.
19. Wyland A.R. & D'apollonia B.L. Influence of drying temperature and farina blending on spaghetti quality. *Cereal Chem* 59:199-201, 1982.
20. Onihinde A.O. & Akinyele I.O. Oligosaccharide content of 20 varieties of cowpeas in Nigeria. *J. Food Sci.* 48:1250-1254, 1983.
21. Ekepengyong, T.E. Effect of cooking on polyphenolic content of some Nigerian legumes and cereals. *Nutr. Rep. Int.* 31:561-565, 1985.
22. Tabekhia M.M. & donnelly B.J. Phytic acid in durum wheat and its milled products. *Cereal Chem.* 59:105-108, 1982.
23. Olohobo A.D. & Fetuga B.L. Effect of processing on the trypsin inhibitor, hemagglutinin, tannic acid, and phytic acid contents of seeds of ten cowpea varieties. *Trys. Agric* 61:261-264, 1984.
24. Ellowicz K. & Sosulski F.W. Antinutritive factors in eleven legumes and their air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.* 47:1301-1304, 1982.
25. Ogun P.O., Markakis P. & Chenoweth W. Effect of processing on certain antinutrients in cowpeas (*Vigna unguiculata*) *J. Food Sci.* 54:1084-1085, 1989.
26. Bergman C.J., Gualberto D.G. & Weber C.W. Development of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Cooking quality, color, and sensory evaluation. *Cereal Chem.* 71:523-527, 1994.
27. Dexter J.E., Tkachuk R. & Matsuo R.R. Amino acid composition of spaghetti: effect of drying conditions on total and available lysine. *J. Food Sci.* 49:225-227, 1984.
28. Acquistucci R., Bassotti G. & Cubada R. Effects of high temperature drying on some nutritional characteristics of pasta. In: *Nutritional and Toxicological Aspects of Food Processes*. R. Walker and E. Quattrucci (Eds.). Taylor and Francis, London, p.187, 1988.
29. A.A.C.C. Approved Methods of the A.A.C.C. The American Association of Cereal Chemistry. St. Paul, MN, 1983.
30. Merrill A.L. & Watt b.K. Energy value of foods, basis and derivation. *Agricultural Handbook, N° 74. Human Nutrition Research, Agricultural Research U.S. Dept. Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 105p., 1955.*
31. Murphy e.W., Criner P.E. & Gray B.C. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooking foods. *J. Agric. Food Chem* 23:1153-1158, 1975.
32. Hurrel R.F., Liierman P. & Carpenter K.J. Reactive lysine in food stuffs as measured by a rapid dye binding procedure. *J. Food Sci.* 44:1221-1224, 1979.
33. Kerese I. *Methods of Protein Analysis*. Halsted Press, New York, NY, p336, 1984.
34. Lindroth O. & Mopper K. High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthalaldehyde. *Anal. Chem.* 51:1667-1669, 1979.
35. Jones b.N., Paabo S. & Steint S. Amino acid analysis and enzymatic sequence determination of peptides by an improved o-phthalaldehyde precolumn labeling procedure. *J. Liquid Chrom.* 4:565-569, 1981.
36. Hepburn F.N., Lewis E.W. Jr. & Elvehjem C.A. The amino acid content of wheat, flour and bread *Cereal Chem.* 34:312-322, 1957.
37. Bressani R. Nutritive value of cowpea. In: *Cowpea Research, Production, and Utilization*. S.R. Singh and Rachie K.O. (Ed.). John Wiley and Sons. Great Britain, p.353, 1967.
38. FAO/WHO. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. World Health Organization Technical Report Series 724. WHO, Geneva, Switzerland, 1985.
39. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1990.
40. SAS Institute, INC. SAS/STAT User's Guide, version 6, 4th ed. v.1. The Institute: Cary NC., 1989.
41. Irvine G.N. Durum wheat and paste products. In: *Wheat: Chemistry and Technology*. Y. Pomeranz (Ed.). American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN, p.777-796, 1971.
42. Youngs V.L., Medcalf D.G. & Gilles K.A. The distribution of lipids in fractionated wheat flour. *Cereal Chem.* 47:640-649, 1970.
43. Akinyele I.O. & Fasaye O.A. Nutrient quality of corn and sorghum supplemented with cowpeas (*Vigna unguiculata*) in the traditional manufacture of Ogi. *J. Food Sci.* 53 1750-1752, 1988.
44. Pennington J.A.T. & Church H.N. *Bowes and Church's Food Values of Proteins Commonly Used*. J.B. Lippincott, Philadelphia, PA, 1985.
45. Chung S.Y., Morr C.V. & Jen J.J. Effect of microwave and conventional cooking on the nutritive value of Colossus Peas (*Vigna unguiculata*) *J. Food Sci.* 46:272-274, 1981.
46. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Novak F.A., Bock M.A. & Matthews R.H. Retention of selected minerals in enriched pasta products during cooking. *Cereal Chem.* 62:117-119, 1985.
47. Lorenz K., Loewe R., Weadon D. & Wolf W. Natural levels of nutrients in commercially milled wheat flours. III. Mineral analysis. *Cereal Chem.* 57:65-67, 1980.
48. Albrecht J.A., Asp. E.H. & Buzzard I.M. Contents and retentions of sodium and other minerals in pasta cooked in unsalted or salted water. *Cereal Chem.* 64:106-108, 1987.
49. Shoup F.K., Pomeranz Y. & Deyoe C.W. Amino acid composition of wheat varieties and flours varying widely in bread making potentialities. *J. Food Sci.* 31:94-101, 1966.
50. Elias L.G., Colindres R. & Bressani R. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). *J. Food Sci.* 29:118-122, 1964.
51. Bradley W.B. Wheat foods as sources of nutrients. *Bakers Dig.* 41:66-68, 1967.
52. Finley J.W. Reducing variability in amino acid analysis. In: *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseedss*. J.W. Finley and D.T. Hopkins (Eds), American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, p.15, 1985.

53. Kasarda D.D., Bernardin J.E. & Nimmo C.C. Wheat proteins. In: *Advances in Cereal Science and Technology*, v.1. Y. Pomeranz (Ed.). American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, p.158, 1976.
54. Bjorck I., Matoba T. & Nari B.M. *In vitro* enzymatic determination of the protein nutritional value and the amount of available lysine in extruded cereal-based products. *Agric. Biol. Chem* 49:945-951, 1985.
56. Toepfer E.W., Polansky M.M., Eheart J.F., Slover M.T., Morris E.R., Hepburn F.W. & Quackenbush F.W. Nutrient composition of selected wheats and wheat products. *Cereal Chem.* 49:173-186, 1972.
57. El Faki H.A., Desikachar H.S.R., Paramahans S.V. & Tharanethan, Mysore S.V. Carbohydrate make-up of chickpea, cowpea, and horse gram. *Starch/Starke* 35:163-166, 1983.
58. Phillips R.D. & Baker A.E. Protein nutritional quality of traditional and novel cowpea products measured by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Food Sci.* 52: 696-699, 1987.
59. Hsu W.H., Valvak D.L. Statterlee L.D. & Miller G.A. A multi-enzyme technique for estimating protein digestibility. *J. Food Sci.* 42:1269-1273, 1977.
60. Satterlee L.D. & Abdul-Kadir R. Effect of phytate content on protein nutritional quality of soy and wheat bran proteins. *Lebensm. Wiss. Technol.* 16:8-12, 1983.
61. Sing N. & Chauhan G.S. Some physicochemical characteristics of defatted soy flour fortified noodles. *J. Food Sci. Technol.* 26:210-212, 1989.
62. Malcolmson L.J., Matsuo R.R. & Balshaw R. Effects of drying temperature and farina blending on spaghetti quality using response surface methodology. *Cereal Chem.* 70:1-3, 1993.

Recibido: 10-03-1995

Aceptado: 22-01-1996

Evaluación físico-química del pescado seco-salado en Venezuela

Rafael A. Bello y Arcadio Granados

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

RESUMEN. Se evaluaron las características físicas y químicas de pescados seco-salados que se expenden en mercados de Venezuela. Se incluyeron los siguientes índices: humedad, cenizas, proteínas, grasas, pH, Nitrógeno Básico Volátil, cloruro de sodio y actividad de agua. Los productos, aunque en el límite, mostraron niveles aceptables de Aw, humedad y NaCl, que garantizan su calidad. Los valores de pH y NBV, dependen más de la especie en particular. Se procesaron cuatro especies de pescado mediante un método «óptimo», demostrándose que se puede mejorar la calidad de estos productos, sin incurrir en procesos complejos o costosos.

SUMMARY. Physical and chemical evaluation of dried salted fish in Venezuela. Several physical and chemical characteristics of dried salted fish obtained from Venezuelan's market were evaluated. Determinations of moisture, ash, fat, protein, pH, sodium chloride, Total Volatile Nitrogen and water activity, were performed on such products. Even though on limiting parameters, the values of water activity, moisture and NaCl determination, indicated that the fish quality was acceptable. Total Volatile Nitrogen and pH values were related more to the particular fish species. Four different fish species were salted and dried following the «optimal method», and an excellent product was obtained, without using expensive or complex methods.

INTRODUCCION

El proceso de salar y secar pescado, aun cuando tienen su origen en la antigüedad, se continúa efectuando en muchas regiones del mundo, teniendo importancia económica en algunas especies, como el caso del bacalao. Por ejemplo, el bacalao noruego seco-salado representa una industria altamente exitosa y este producto es ampliamente consumido en América Latina, donde existen especies de pescado que pudieran sustituir la costosa importación de la referida especie. Caso particular son los países del Caribe, donde los pescados seco-salados forman parte de la dieta diaria de los habitantes de las amplias zonas cercanas a la costa.

En Venezuela, como país del Caribe, se elaboran pescados seco-salados, pero en su mayoría, de baja calidad. Pareciera que la tecnología de procesamiento no se conociera, o que no existen mecanismos que aseguren la aplicabilidad de normas y procedimientos de calidad. El departamento de pesca de la FAO ha realizado diversos cursos y talleres en América Latina sobre el procesamiento de productos pesqueros, incluyéndose el seco-salado, metodología que despierta interés entre los participantes, como un proceso novedoso e importante. Muchas han sido las variaciones y modificaciones que se han realizado en la metodología de seco-salado, para permitir su mejor aprovechamiento y aplicabilidad (1,2,3,4,5).

En 1970 se realiza en Venezuela un estudio sobre la calidad del pescado seco-salado y se ofrece una metodología para mejorar su calidad, el cual es posteriormente publicado (6). Pasados veinticinco años, en el presente trabajo evaluamos nuevamente la calidad de los pescados seco-salados, en búsqueda de una mejora de los productos que se expenden en el mercado local y proponemos nuevamente la metodología para su mejoramiento.

MATERIALES Y METODOS

Tres lotes de once especies de pescado seco-salado fueron obtenidos, en diferentes épocas del año, en los mercados locales de las ciudades de Caracas y Cumaná, como representación de dos

grandes ciudades donde se consumen estos productos. El pescado fresco se obtuvo en el mercado al mayor de pescado de Caracas, procesándose inmediatamente, según el proceso de seco-salado descrito (6), el cual incluye: limpiezas, lavados, cortes, salado y secado bajo estrictas condiciones higiénico-sanitarias.

Las especies de pescado utilizadas fueron las siguientes: Cazón (*Squalus sp*); Chucho (*Myliobatis cuvier*); Raya (*Diplobatis guamachensis*); Cabaña (*Sarda sarda Röni*); Picua (*Sphyrna picudilla*); Marao (*Tylosurus rapbidoma*); Tajalí (*Trichurus lepturus*); Lebranche (*Mugil trichodon*); Atún (*Caranx bartholomaei*); Lisa (*Mugil trichodon*).

Análisis físicos y químicos: Humedad (deshidratando en estufa a 100°C), Cenizas (incinerando a 550 °C). Proteína cruda: Nx6,25 (nitrógeno por el método de micro-Kjeldhal), Grasa cruda (método de Soxhlet, utilizando éter etílico, en equipo Goldfisch), todos según métodos AOAC (7). pH, utilizando potenciómetro, con dilución del pescado en agua destilada en proporción 1:1. Nitrógeno Básico Volátil (NBV), según método de microdifusión (8). Aw, utilizando equipo psicrométrico Decagon, Aqualab, model CX-2. La temperatura se midió con un termómetro de mercurio para relacionarla con los valores de Aw. Cloruro de sodio (NaCl), según el método de Mohr (7). Color utilizando equipo color-Met, evaluando los parámetros L, a y b. Los valores expresados son el promedio de tres determinaciones correspondientes a tres lotes diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Pescados seco-salados del mercado: La Tabla 1 muestra los resultados promedios de los ensayos realizados a las once especies de pescados seco-salados obtenidas en los mercados. Primeramente se observa que los valores de humedad son ligeramente elevados en algunas especies como el chucho o la picúa, mientras que las restantes presentan valores adecuados pero muy cercanos al límite superior, para un producto de calidad (1, 6). En relación a el contenido de cenizas y NaCl, se observa el mismo fenómeno, valores adecuados

como en el cazón, raya y chucho, y el resto en el límite superior. Ambos parámetros (humedad y NaCl) son el reflejo del procesamiento aplicado y de la calidad del producto final.

TABLA 1
Determinaciones físico-químicas en pescados seco-salados obtenidos del mercado

Pescado	Humedad %	Cenizas %	Grasas %	Proteínas %
Cazón	38.56	23.99	1.49	33.28
Chucho	42.29	21.89	1.24	32.82
Raya	36.39	24.31	2.36	40.30
Atún	36.45	21.58	7.31	34.88
Cabaña	38.59	17.33	6.39	35.20
Picúa	40.16	21.51	3.32	37.51
Paguara	34.38	18.98	5.31	40.59
Marao	36.89	20.40	3.17	39.19
Tajalí	33.12	19.66	10.40	36.21
Lebranche	36.12	21.30	11.05	34.12
Lisa	31.97	22.69	8.03	39.14

Pescado	NaCl (%)	N.B.V. (mg N/100g)	pH	Aw	Temperatura (°C)
Cazón	22.85	364.35	6.72	0.720	23.70
Chucho	20.34	229.63	8.01	0.738	24.00
Raya	23.15	234.19	7.73	0.732	24.50
Atún	19.89	78.59	5.76	0.736	24.80
Cabaña	16.38	82.73	5.26	0.733	23.50
Picúa	19.67	98.53	5.97	0.742	23.80
Paguara	17.91	99.10	6.24	0.738	24.80
Marao	18.50	72.03	5.49	0.745	25.00
Tajalí	18.42	53.51	5.57	0.743	24.70
Lebranche	19.59	81.62	6.17	0.743	24.00
Lisa	21.57	91.71	6.06	0.737	24.30

Aun cuando hay variedad y diferencias en las especies de pescados, en las condiciones y procedencia del pescado, en la metodología de procesamiento aplicada, en las condiciones y tiempo de almacenamiento, y otros factores, se observa que el producto final está preservado con las condiciones mínimas de NaCl y humedad, capaces de controlar el deterioro de producto. A esto se suman los valores de Aw, los cuales indican que estos productos presentan condiciones de agua limitante para el desarrollo de microorganismos patógenos y bacterias putrefactivas.

Los valores de proteínas se corresponden con los esperados para un producto que se le ha removido aproximadamente el 50% de humedad. Los valores de grasa indican que se trata de una mezcla de especies magras, como: cazón, chucho y raya, o de especies grasas como: tajalí, lebranche y lisa, y de especies intermedias. Es bien conocido que el elevado contenido de grasa en el pescado para salar y secar es un aspecto negativo, sin embargo hay una gran apetencia y demanda por estas especies en el mercado local.

Los valores de pH se mantienen en el rango normal para este tipo de producto (alrededor de 6), con los mayores valores en las especies de elasmobranquios (cazón, chucho y raya). Similarmente ocurre con los valores de NBV, donde los elasmobranquios alcanzan elevados índices, propio de sus sistema fisiológico. La mayoría de los valores reportados se muestran elevados independientemente de la especie, lo que refleja la calidad de la materia prima y las condiciones higiénico-sanitarias durante el procesamiento.

Pescados seco-salados en la planta piloto: Luego de aplicar a nivel de la planta piloto, el proceso «óptimo» de salar y secar (6), a cuatro especies de pescados representativas del lote del mercado previamente evaluado, se analizaron física y químicamente. Igual-

mente se analizó el pescado fresco previo al procesamiento para evaluar la calidad de la materia prima utilizada.

Las Gráficas 1,2,3 y 4, muestran los valores de humedad, cenizas, NaCl y Aw respectivamente, donde los valores iniciales de humedad de aproximadamente 75% se reducen a 45% después del salado y a valores cercanos al 10% después del proceso de secado. Las cenizas y el NaCl, muestran un comportamiento similar, alcanzado al final del proceso niveles cercanos al 30% y los valores de Aw se ubican cerca de 0.73 en el producto final. Al comparar estos pescados con los del mercado observamos que hay una mayor reducción de la humedad e incorporación de NaCl en el músculo, aun cuando el Aw no sea altamente afectado.

GRAFICO 1
Valores de humedad en diferentes especies de pescados sometidos al proceso de seco salado

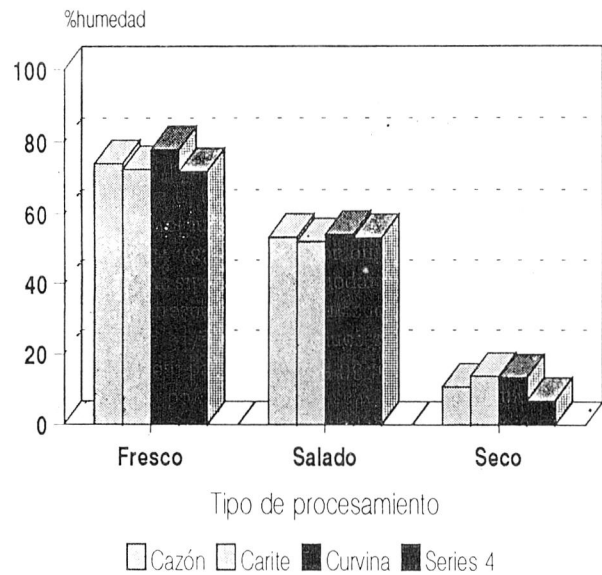


GRAFICO 2
Valores de cenizas en diferentes especies de pescados sometidos al proceso de seco salado

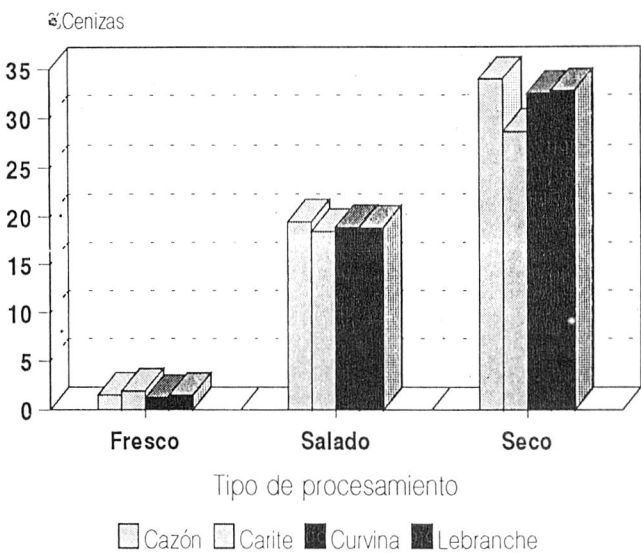


GRAFICO 3

Valores de cloruro de sodio en diferentes especies de pescados sometidos al proceso de seco salado

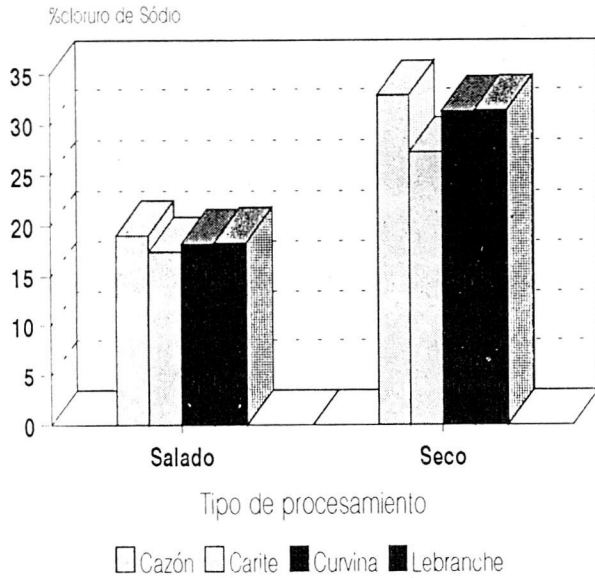


GRAFICO 5

Valores de pH en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado

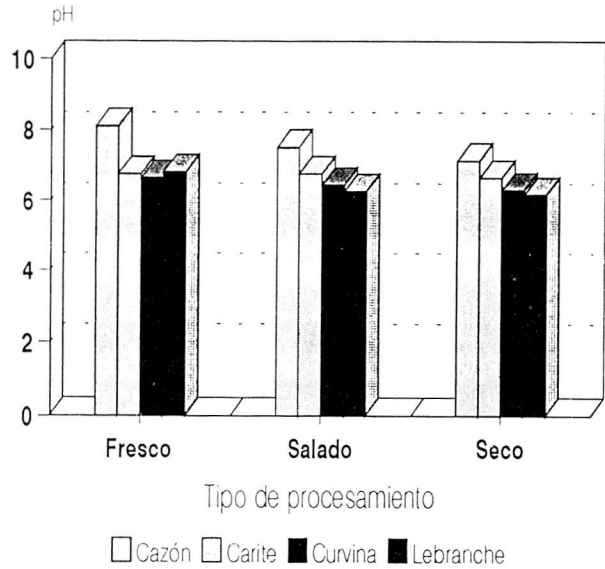


GRAFICO 4

Valores de Aw en diferentes especies de pescados sometidos al proceso de seco salado

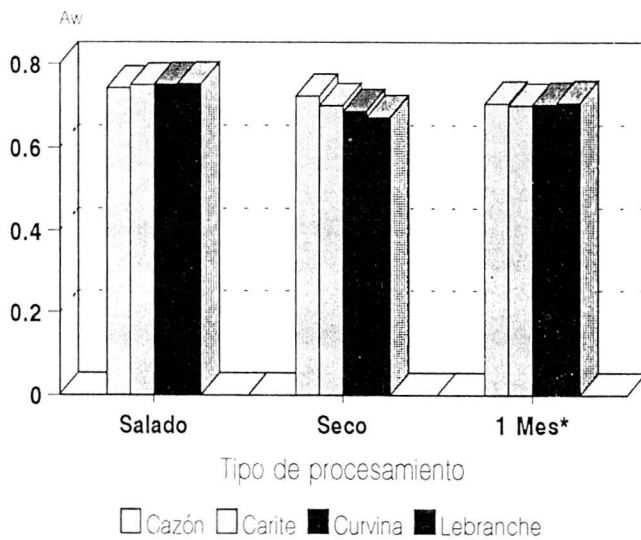
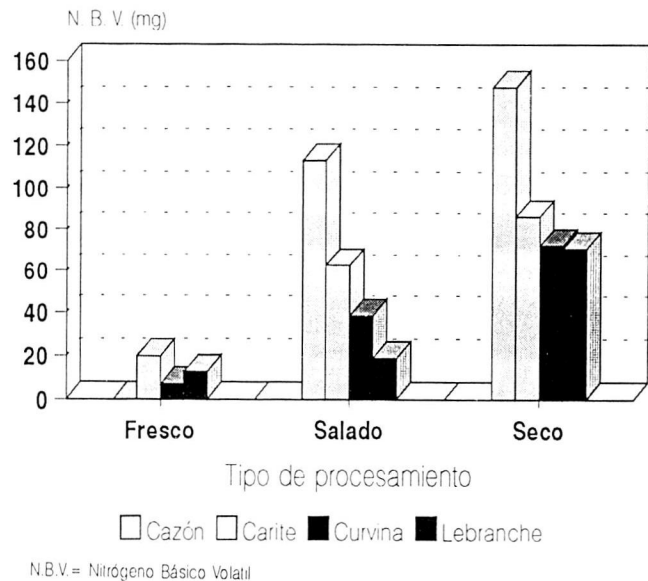


GRAFICO 6

Valores de Nitrógeno Básico Volatil en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado



La Gráfica 5 muestra los valores de pH, que se mantienen muy similares al pescado fresco, siendo las diferencias entre ellos propias de cada especie, tal como previamente se indicó, y a la incorporación de la sal. Similar es el comportamiento de los valores de NBV (Gráfica 6), los cuales se incrementan progresivamente después del salado, alcanzando valores inferiores a 100 en el caso de los teleósteos y a 150 en el elasmobranquio. Ambos índices están ligeramente por debajo de los registrados en las muestras del mercado.

Los valores de proteínas (Gráfica 7) se mantienen en el promedio propio para estos productos (45-50 %). Igualmente los valores de grasa (Gráfica 8), se ubican entre 4 y 6 %, dependiendo de la especie, resultado productos medianamente grasos, los cuales satisfacen las exigencias del consumidor.

GRAFICO 7

Valores de proteínas en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado

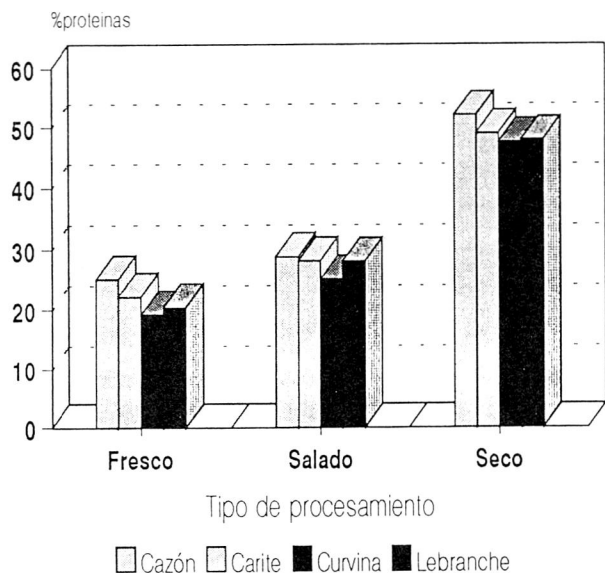
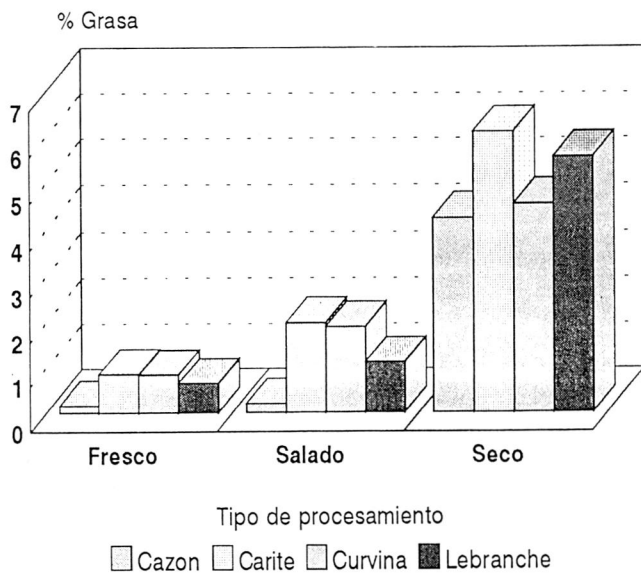


GRAFICO 8

Valores de grasa en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado

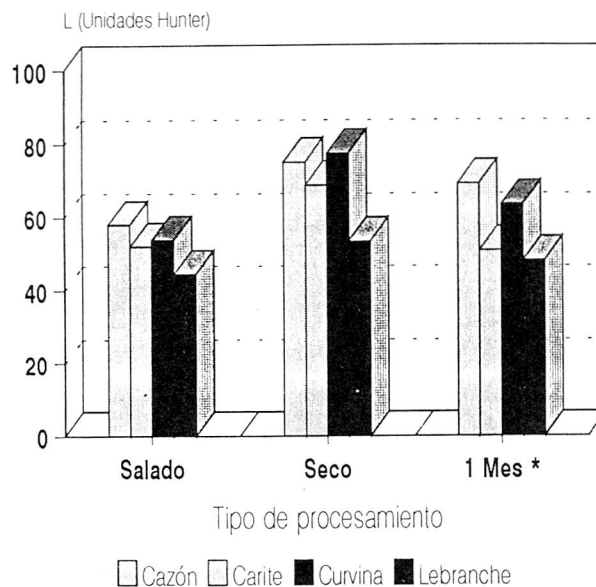


Adicionalmente se realizaron ensayos de color, a fin de observar el fenómeno de oscurecimiento que afecta los pescados seco-salados. Los parámetros evaluados (L, a, b) no mostraron, en términos generales, diferencias significativas por efecto del procesamiento.

Los valores de «L» muestran pocos cambios de luminosidad, sólo los correspondientes a la especie en cuestión, las especies más claras son el cazón y la curvina, que presentan los mayores valores, los cuales se hacen más acentuados después del proceso de secado por efecto de sal que queda remanente en la superficie del pescado. (Gráfica 9).

GRAFICO 9

Valores de color parámetro (L) en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado



Los valores de «a» aunque después de secado pueden reducirse ligeramente por razones del proceso, debido a la eliminación de compuestos hemo, y por los cristales de sal en la superficie, mostraron un incremento durante el almacenamiento, en aquellas especies que tienen a enrojecer en el tiempo, producto de la oxidación de los lípidos, efecto que se ve más pronunciado en las especies con mayor contenido de grasa (lebranche y carite). Los valores de «b» muestran un leve incremento en las especies grasas, producto de esa oxidación lipídica y a reacciones de Maillard, que contribuyen al desarrollo de coloraciones amarillentas. (Gráfica 10 y 11).

GRAFICO 10

Valores de color parámetro (a) en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado

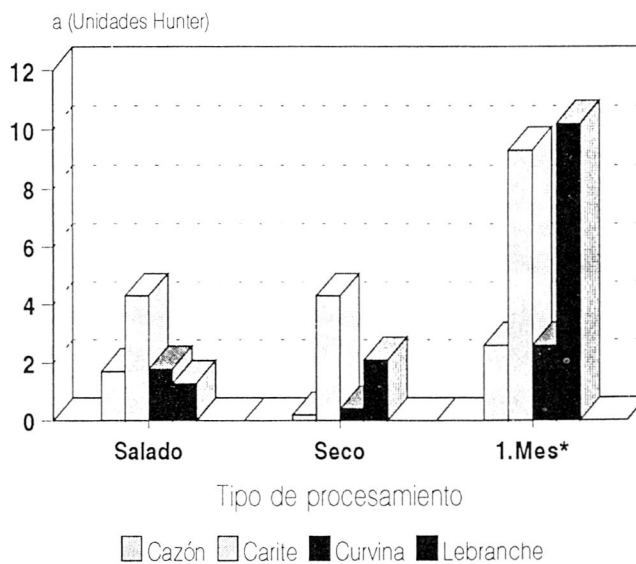
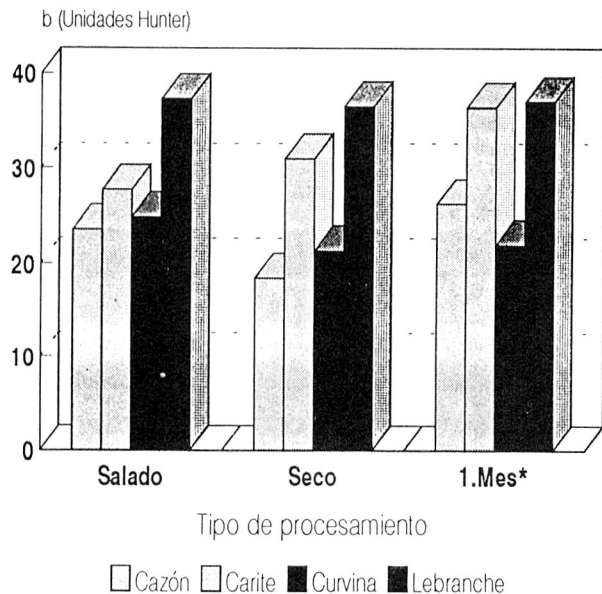


GRAFICO 11

Valores de color parámetro (b) en diferentes especies de pescados sometidos al proceso seco salado



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las especies de pescados obtenidas en el mercado local aun cuando mostraron elevados índices de NBV y humedad y de reducidos valores de NaCl, presentaron valores de A_w suficientes para controlar el deterioro. Estos productos seco-salados pueden ser mejorados aplicando el método indicado en el presente trabajo.

El proceso aplicado permite elaborar pescados seco-salados de adecuadas condiciones de calidad física y química. Los niveles de penetración de sal deben estar por encima del 25% y los valores de

humedad deben ser inferiores al 35% para garantizar la estabilidad del producto, igualmente el nivel de A_w debe ser inferior al 0.73. Los valores de proteínas, pH y grasas reflejan el tipo de pescado utilizado. Los valores de NBV reflejan la calidad de la materia prima y el procesamiento aplicado. Los valores de color contribuyen a evaluar los cambios de oscurecimiento y es dependiente de la especie de pescado utilizada.

Es recomendable conducir programas nacionales que permitan mejorar la tecnología del seco-salado, como una vía de incrementar el consumo de estos productos.

REFERENCIAS

1. Briceño M. Elaboración de pescados seco-salados mediante la utilización de un secador solar. Trabajo Especial de Grado. Esc. de Biología, Fac. de Ciencias. Universidad Central de Venezuela, 1985.
2. Bello R.A. and Pigott G.M. A new approach to utilizing minced fish in dried products, *J. Food Sci* 44(2):355-358, 1979.
3. Bello R.A. and Pigott G.M. Dried fish patties: Storage stability and economics considerations. *J Food Proc and Pres.* 4; 247-260, 1980.
4. Bello R.A. y Sierra G. Utilización de la carne deshuesada de pescado en la elaboración de productos secos. *Arch. Latinoamer Nutr.* 34; 247-260, 1980.
5. Del Valle, F. and Nickerson, J.T. Quick-salting process for fish. I. Evaluation of the process. *Food Technol.* 22; 1036-1038, 1968.
6. Bello, R.A. y Luna, G. Evaluación y mejoramiento de la calidad del cazón (familia Carcharhinidae) salado en Venezuela. *Arch Lat Nutr.* 21(4); 493-505. 1971.
7. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13 th. Edition. Ed. Horwitz, W. Washington D.C. 1980.
8. Conway, E. and Byrne, A. An absorption apparatus for the micro determination of certain volatile substances. *Bioch J.* 27; 419-429. 1933.

Recibido: 23-03-1995

Aceptado: 27-02-1996

Factores que afectan la culinaria de bistés del músculo *Longissimus* de bovinos venezolanos

Nancy Jerez-Timaure y Nelson Huerta-Leidenz

Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. Maracaibo-Venezuela.

RESUMEN. Se realizaron 274 pruebas de cocción, del músculo *longissimus*, de reses evaluadas en un matadero industrial y provenientes de distintas regiones venezolanas, para determinar el efecto de condición sexual (toros, novillos, novillas), tipo racial (mellizos cebú, mestizos doble propósito), edad (2,3 y 4 años), madurez fisiológica (A,B, y C) y marmoleo (nada, trazas y ligero) sobre tiempo y mermas de cocción. El análisis de varianza reveló efectos de marmoleo y madurez fisiológica sobre la culinaria de la carne ($P<0.05$). Carnes con «trazas» de marmoleo se cocinaron más rápido y tuvieron las mayores mermas por cocción. La carne de animales jóvenes («A») tardaron 14 min más en cocinarse y perdieron 3 g/100 g más de su peso crudo que la de animales maduros «C». Las interacciones de la condición sexual con el tipo racial o la edad cronológica sólo afectaron el tiempo de cocción. Las carnes de novillos y toros doble propósito se cocinaron más lentamente que las de aquellos tipificados como Cebú. Las carnes de novillas, independientemente de la edad o el tipo racial, fueron las que se cocinaron más rápido. De acuerdo a la variación y magnitud de las diferencias detectadas, se concluye que para mejorar la eficiencia en los servicios de comida, los administradores deberían tomar en cuenta los factores intrínsecos que afectan la culinaria de la carne de res.

SUMMARY. Factors affecting cookery traits of *Longissimus* beef steaks derived from Venezuelan cattle. A survey was conducted to study variation in cookery traits of beef *longissimus* in Venezuela. Cattle originated from the main beef producing regions of the country ($n=274$) provided steaks to study the effects of cattle type (Zebu-dairy, Zebu), Sex (bull, steer, heifer), age by dentition (estimated chronological age of 2, 3 and 4 yr), maturity levels (A, B,C) and marbling scores (none, traces, slight). Cookery traits were affected ($P>0.05$) by marbling and maturity. Steaks with «traces» of marbling cooked faster and had more cooking losses ($P<0.05$) than steaks with marbling amounts described as «slight» or «none». Steaks derived from the more mature, «C» cattle, required lesser time (i.e., 14 min) and retained 3 g/100 g more weight during cooking than those from younger («A» and «B») maturity groups. Beef from bulls and steers typified as Zebu-dairy, lasted more in reaching the cooking endpoint (70 °C) than that from Zebu counterparts. Regardless of age or cattle type, steaks from heifers cooked more rapidly than those from bulls and steers. These results call attention to some of the important sources of variation of cookery traits of beef and afford guidelines for meal planning.

INTRODUCCION

Durante el cocinado de la carne se suceden cambios en el músculo por efecto del calor, que se traducen en pérdida en el contenido de agua -con un menor rendimiento a la cocción- cambios en la ternura, solubilidad del colágeno, sabor y jugosidad, así como posibles pérdidas de vitaminas, minerales y otros componentes hidrosolubles (1,2).

Las propiedades culinarias de la carne de res, están afectadas por diferentes factores, como son la grasa de cobertura, la cantidad de grasa intramuscular (3), el grado de maduración de la carne, la temperatura inicial de la pieza cárnica, el tiempo de cocción (4) y la intensidad o grado final de la cocción (5). Algunos estudios sugieren efectos intrínsecos como el tipo racial, la edad o madurez fisiológica, la condición sexual; o extrínsecos, como los sistemas de alimentación y el manejo postmortem (6,7).

El rendimiento con la cocción puede ser medido tan fácilmente, que pareciera un parámetro de poco valor y pasa desapercibido. Sin embargo, es uno de los factores económicos más importantes en la industria de elaboración masiva de alimentos cocidos, tales como hoteles, restaurantes y comedores industriales. Dejando a un lado las consideraciones de eficiencia económica en la preparación de alimentos en gran escala, las pérdidas por cocción deben también ser conocidas para la elaboración de manuales y recetas para las amas de casa, que necesitan conocer cuanto peso pierde un bistec al someterse a la cocción y planificar mejor el menú familiar.

La literatura venezolana, se encuentra prácticamente desprovista de estudios relacionados a este tópico. Un estudio preliminar (4), es la única referencia disponible. Es necesario que a nivel académico y/o industrial, se realicen más investigaciones que permitan caracterizar la culinaria de la carne producida en el país.

El presente estudio evalúa el efecto de la condición sexual, el tipo racial, la edad cronológica, la madurez fisiológica del animal y la grasa intramuscular, sobre el tiempo y la merma de cocción de la carne (solomos) de res.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del ensayo: Se realizaron las pruebas de evaluación culinaria de carne cocida, en muestras derivadas de animales bovinos provenientes de distintas regiones del país, sacrificadas en el Matadero Industrial Centro-Occidental, ubicado en el caserío Veragacha, Municipio Iribarren, Estado Lara. Las pruebas de cocción se efectuaron en el laboratorio de control de calidad de dicha empresa.

Naturaleza de la muestra: Se beneficiaron 274 animales que fueron segregados por su predominio fenotípico en dos tipos raciales: a) Mestizo-Cebú, que incluye animales con predominio de razas cebuinas (Cebú o Brahman) y b) Mestizo-Doble propósito formado por animales con predominio de razas lecheras como la Holstein o la Pardo Suiza en base Cebú. La muestra también se discriminó por su condición sexual: hembras sin parir (Novillas), machos enteros

condición sexual: hembras sin parir (Novillas), machos enteros (Toros) y machos castrados (Novillos), incluyendo en la condición de Novillos a los animales castrados a cualquier edad. Finalmente, se agruparon por categorías de edad cronológica estimada por los dientes (2,3 y 4 años), por su madurez fisiológica (A,B y C) y por el grado de marmoleo (definido como: «nada», «trazas», y «ligera» cantidad de grasa intramuscular visible) según los patrones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (8).

Para estimar la edad cronológica se utilizó el grado de erupción y rasamiento de los dientes (cronología dentaria) por un método similar al recomendado por Sisson y Grossman (9). La madurez fisiológica, tanto ósea como muscular, se determinó 48 horas postmortem en refrigeración a 2 °C, definiéndose de acuerdo a una escala que va de «A» hasta «E». La madurez «A» correspondió a un animal inmaduro y «E» a un animal de madurez muy avanzada. Dentro de cada nivel de madurez se previó una escala del 0 al 100 con gradaciones de diez en diez (A00, A10, A20... A100). La metodología para la determinación de la madurez ha sido descrita (8). Algunas modificaciones a este método estuvieron de acuerdo a lo sugerido por algunos autores (10) e indicadas por Jerez-Timaure et al (4).

Preparación y cocción de los bistés: Se utilizó un bistec de 2.5 cm de espesor, retirado de la porción caudal del solomo de cuerito grueso (*longissimus dorsi*) a las 48 h postmortem de almacenamiento bajo refrigeración (2 °C). Los bistés frescos fueron empacados al vacío antes de la congelación, en una bolsa B620, multilaminar, termoencogible, marca Cryo-vac® utilizando una máquina empacadora marca Koch-Ultrabac®. Una vez empacados, los bistés fueron congelados en un túnel de congelación a -30 °C y luego almacenados en una cámara frigorífica a -20 °C. El retiro de los trozos congelados y su descongelación para la evaluación culinaria, se efectuó en una vitrina refrigerada a 2 °C, durante 24 horas aproximadamente.

Los bistés fueron debidamente identificados con el número del animal y otros datos, así como la fecha de la prueba. Se pesaron en una balanza Harvard Trip® de capacidad máxima 2 kg; la etiqueta contenía además, información de la temperatura previa al cocimiento y la hora de inicio de la cocción.

El cocimiento se efectuó en una asador eléctrico abierto marca Oster® el cual fue modificado para colocar la parrillera a 8 cm por encima de la fuente de calor (resistencia) y cumplir con la regulación de la Asociación Americana de la Ciencia de la Carne (11).

El asador se precalentó 10 minutos antes del uso. La temperatura interna del bistec fue registrada insertando un termómetro de mercurio con una escala de -20 °C a 110 °C, marca Brannan®. El bulbo del termómetro se colocó en el centro geométrico del bistec. Cuando la temperatura interna de bistec alcanzaba 35 °C, se procedió a voltear el bistec por una sola vez. La temperatura interna final de cocción fue fijada en 70 °C. Al registrarse esta temperatura, se procedió a retirar el bistec del asador y a pesarlo, anotando la hora de finalización del cocimiento para registrar el tiempo de cocción. Las pérdidas por cocción fueron calculadas en valores porcentuales (g/100g).

Análisis Estadístico: Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el análisis de varianza por el método de los mínimos cuadrados. Los efectos de la edad cronológica y la madurez se estudiaron en modelos matemáticos separados, dada la dependencia existente entre estas variables (4).

El modelo aditivo lineal que incluye la edad cronológica como variable independiente fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + T_j + E_k + M_l (C \times T)_{ij} + (C \times E)_{ik} + (T \times E)_{jk} + E$$

donde:

Y_{ijkl} = es la observación de las variables tiempo de cocinado y las mermas en términos porcentuales del bistec pesado crudo.

μ = media general

C_i = efecto de la i-ésima condición sexual.

T_j = efecto del j-ésimo tipo racial

E_k = efecto de la k-ésima edad cronológica

$(C \times T)_{ij}$ = efecto de la interacción de la i-ésima condición sexual x la j-ésima tipo racial.

$(C \times E)_{ik}$ = efecto de la interacción de la i-ésima condición sexual x la k-ésima edad cronológica.

$(T \times E)_{jk}$ = efecto de la interacción del j-ésimo tipo racial y la k-ésima edad cronológica

M_l = efecto del l-ésimo marmoleo.

E = error experimental

Para considerar la madurez fisiológica ósea, muscular y total como variables independientes se utilizó un modelo matemático similar al anterior. La separación de medias se hizo mediante la comparación de pares de medias cuadráticas. Los datos se analizaron en forma computarizada utilizando el paquete estadístico SAS (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza no detectó efectos individuales de la condición sexual, edad cronológica o tipo racial sobre las características culinarias. Otros autores (13,14,15), tampoco pudieron, detectar efecto de la condición sexual (toros vs. novillos) sobre las mermas. Sin embargo, se han reportado menores mermas ($P < 0.05$) al cocinar bistés de toros que al cocinar los de novillos, a los 12 y 15 m de edad, pero las diferencias significativas desaparecieron cuando el sacrificio ocurrió a los 18 meses (7).

Existe la evidencia (6) de efectos atribuidos al tipo racial (Holstein vs. Brahman) y edad cronológica (9,12,15 y 18 m) sobre la merma por cocción, observándose su elevación en animales Brahman y su disminución cuando los animales avanzaban en edad. Otros autores norteamericanos no han logrado detectar los efectos de la raza sobre la merma al cocinar carne de animales *B. taurus* (7,16). En un estudio preliminar (4) con otras muestras recolectadas en el mismo matadero, tampoco se detectaron efectos de la condición sexual (toros vs. novillo), tipo racial (mestizo-cebú vs. mestizo-doble propósito), o edad dentaria (2 vs. 3 vs. 4 años) sobre las mermas.

Efecto del marmoleo: El marmoleo afectó ($P > 0.05$) las mermas y la duración de la cocción. En la Tabla 1, se presentan las medias cuadráticas de los parámetros de culinaria según el marmoleo. La presencia de «trazas» visibles de grasa intramuscular abrevió en 3 y 9 min el tiempo en alcanzar la temperatura final del bistec y mermó en 1.6 y 1.2 g/100 g más su peso crudo, al compararla, respectivamente, con cantidades inferiores («nada») o superiores («ligero») de marmoleo. Sorprende este hecho y que carnes más disímiles -las que exhibieron «ligeras» cantidades vs. «nada» de marmoleo- tuvieran pérdidas similares ($P > .05$). De acuerdo a la literatura (17,18), no se

esperan diferencias notables en las mermas atribuibles al nivel de marmoleo. No obstante, algunos autores (3) encontraron diferencias significativas cuando se compararon las mermas en carnes con un amplio rango de niveles de marmoleo. En comparaciones de marmoleo «ligero» con niveles superiores a los encontrados en este estudio, tales como el descrito como «pequeño» (19), o aun mayores como el llamado marmoleo «modesto» (20) no se han observado diferencias significativas en cuanto a mermas o el tiempo de cocción.

TABLA 1
Medias de cuadrados mínimos para los parámetros de la cocción según el marmoleo

Variable	Marmoleo		
	Nada (N=137)	Trazas (N=72)	Ligero (N=62)
Merms por cocción (%)	34.00 ± 0.43 b	35.37 ± 0.49 a	34.11 ± 0.51 b
Tiempo de cocción (min)	98.79 ± 1.14 b	95.85 ± 1.14 c	104.97 ± 1.14 a

a,b: letras distintas en una misma hilera indican diferencias (P<.05)

Efecto de la madurez fisiológica: El análisis de varianza reveló efectos (P<.05) de la madurez fisiológica ósea y total sobre las mermas y el tiempo de cocción. La madurez muscular no afectó la culinaria.

En las Tablas 2 y 3 se presentan las medias cuadráticas de las variables de culinaria para la madurez fisiológica ósea y total. Las carnes de animales más jóvenes en formación ósea («A») necesitaron 7 min más en alcanzar el punto final y perdieron 3 y 4 g/100 g más de su peso crudo con la cocción, al compararlas con las de animales de madurez ósea más avanzada («B» y «C»). Esto se corresponde con el efecto de la madurez total; las carnes de animales que por la apreciación conjunta de indicadores óseos y musculares eran los más maduros («C»), tardaron 14 minutos menos y perdieron 3 g/100 g menos a la cocción que las de animales más jóvenes («A»). Según un reporte previo (6) a mayor edad, disminuyen las mermas. Los resultados aquí presentados para madurez fisiológica, ósea y total, contrastan con los reportados anteriormente para bovinos venezolanos (4).

TABLA 2
Medias de cuadrados mínimos para los parámetros de la cocción según la madurez fisiológica ósea

Variable	Madurez fisiológica ósea		
	«A» (N=67)	«B» (N=187)	«C» (N=20)
Tiempo de cocción (min)	98.31 ± 1.56 a	90.08 ± 1.37 b	91.36 ± 1.58 b
Merms por cocción (%)	36.19 ± 0.67 a	33.15 ± 0.53 b	32.14 ± 0.67 b

a,b: letras distintas en una misma hilera indican diferencias (P<.05)

TABLA 3
Medias de cuadrados mínimos para los parámetros de la cocción según la madurez fisiológica total

Variable	Madurez fisiológica total		
	«A» (N=105)	«B» (N=151)	«C» (N=18)
Tiempo de cocción (min)	102.3 ± 0.63 a	94.31 ± 0.45 b	88.12 ± 2.04 c
Merms por cocción (%)	36.92 ± 0.27 a	34.32 ± 0.19 b	33.57 ± 0.87 b

a,b: letras distintas en una misma hilera indican diferencias (P<.05)

Efecto de las interacciones. El análisis de varianza reveló interacciones significativas (P<.05) de condición sexual por edad cronológica, condición sexual por tipo racial y tipo racial por edad cronológica sobre el tiempo de cocción (P<.05) más no sobre las mermas. En un estudio preliminar tampoco pudieron detectarse efectos de las interacciones antes mencionadas sobre las mermas (4).

En la Tabla 4, se presentan las medias cuadráticas del tiempo de cocción para la interacción condición sexual por edad cronológica. Los bistés de solomos de novillas en edades de 2 y 4 años tardaron menos tiempo en cocinarse que los de toros y novillos a las mismas edades. En cambio, en todos los bistés de animales (toros, novillos y novillas) de 3 años se cocinaron en tiempos estadísticamente iguales (P>.05). En la carne de novillas se observó la tendencia en disminuir el tiempo de cocción a medida que avanzaban en edad.

TABLA 4
Medias de cuadrados mínimos para el tiempo de cocción según la interacción condición sexual x edad cronológica

Edad	Condición Sexual		
	Novilla	Novillo	Toro
2 años	96.09 ± 2.99 b/d	106.27 ± 3.22 a/d	103.81 ± 2.26 a/d
3 años	92.26 ± 4.32 a/d	92.95 ± 1.10 a/e	91.84 ± 1.22 a/e
4 años	68.01 ± 6.88 c/e	112.26 ± 2.83 a/d	99.71 ± 2.24 b/d

a,b, c: letras distintas en una misma hilera indican diferencias (P<.05)

d,e: letras distintas en una misma columna indican diferencias (P<.05)

En novillas de 3 y 4 años el tiempo de cocción disminuyó respectivamente en 4 y 29 puntos porcentuales con relación a las novillas de 2 años, detectándose una diferencia significativa de 27 min entre novillas de 2 y 4 años. Esta tendencia no se observó para los machos (toros y novillos), los cuales duraron menos (P<.05) a la cocción cuando tenían los 3 años.

En la Tabla 5, se presentan las medias cuadráticas del tiempo de cocción para la interacción condición sexual por tipo racial. En mestizos Doble Propósito, las carnes de novillos y de toros, tardaron, respectivamente, 33 y 16 min más (P<.05) en alcanzar la temperatura final de cocción que la carne de novillas. La misma tendencia se observó en el grupo Mestizo Cebú. Se detectaron diferencias en el tiempo de cocción (P<.05), dependiendo del tipo racial. La carne de solomo en los toros y novillos Doble Propósito tardó más en alcanzar la temperatura final de cocción que la de equivalentes Cebú. En la Tabla 6, se presentan las medias cuadráticas del tiempo de cocción para la interacción tipo racial por edad cronológica. Si bien no se detectaron diferencias para el tipo racial a los 3 años, la brevedad de

la cocción de la carne de mestizos Cebú fue manifiesta a la edad de 2 y 4 años, tardándose respectivamente, 12 min y 17 min menos en cocinarse que la de animales Doble Propósito a las mismas edades.

TABLA 5

Medias de cuadrados mínimos para el tiempo de cocción según la interacción condición sexual x tipo racial

Tipo racial	Condición Sexual		
	Novilla	Novillo	Toro
Mestizo	84.07 ± 4.55 c/d	117.08 ± 2.94 a/d	100.52 ± 2.11 a/d
Doble-propósito			
Mestizo Cebú	86.83 ± 3.58 b/d	90.58 ± 1.14 b/e	96.39 ± 1.12 a/e

a,b, c: letras distintas en una misma hilera indican diferencias (P<.05)

TABLA 6

Medias de cuadrados mínimos para el tiempo de cocción según la interacción tipo racial x edad cronológica

Edad	Tipo racial	
	Mestizo doble—propósito	Mestizo Cebú
2 años	107.94 ± 3.44 a/d	96.17 ± 1.28 b/d
3 años	91.45 ± 2.80 a/e	93.25 ± 1.13 a/e
4 años	102.29 ± 3.40 a/d	84.36 ± 3.47 b/f

a,b: letras distintas en una misma hilera indican diferencias (P<.05)

d,e,f: letras distintas en una misma columna indican diferencias (P<.05)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe variación en los parámetros de culinaria debidas a la grasa visible intramuscular y la madurez fisiológica del animal, sin embargo, las interacciones demuestran que las fuentes de variación no son independientes, lo cual impide delinear tendencias manifiestas para un solo factor. Dado que las características intrínsecas del animal no son fáciles de identificar a la hora de adquirir la carne, se hace necesario adiestrar a los compradores y administradores en la identificación de las mismas. En su defecto, en aquellos escenarios donde la clasificación en canal sea la información más expedita sobre las características del animal, ésta debe incluir en los estudios de los factores que afectan la culinaria. La magnitud de los valores diferenciales hallados en este estudio demuestra la importancia de considerar la cuantificación del tiempo que se tarde, o el peso de un bistec al ser cocinado, en planificación económica de los menús y de los servicios de alimentación.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la cooperación logística y financiera de la empresa Matadero Industrial Centro-Occidental C.A. y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES). De la misma manera, se aprecian las sugerencias del Profesor Edmundo Rincón en la discusión del enfoque analítico para el procesamiento estadístico de los datos.

REFERENCIAS

- Bartón-Gade P.A., Cross H.R., Jones J.M. & Winger R.J. Factors affecting sensory properties of meat. En: Meat Science, Milk Science and Technology. H.R. Cross & A.J. Overby (Eds). Elsevier Science Publishers B.V. New York USA. p. 162-164, 1988.
- Judge M.D., Aberle E.D., Forrest J.C., Hedrick H.B. & Merkel R.A. Principles of Meat Science. Kendall/Hunt Publishing 2nd. ed. USA p. 277-284, 1989.
- Jennings T.G., Berry B.W. & Joseph A.L. Influence of fat thickness, marbling and length of aging of beef palatability and shelf-life characteristics. J Anim Sci. 46:658-662, 1978.
- Jerez-Timaure N., Huerta-Leidenz N., Rincón-Urdaneta E. y Arispe M. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de la carne de res en Venezuela Rev. Fac. Agron (LUZ) 11:283-295, 1994.
- National Live Stock & Meat Board. Meat in the Foodservice Industry. National Live Stock & Meat Board. Iowa-USA, p 54-55, 1975.
- Riley R.R., Smith G.C., Cross H.R., Savell J.W., Long C.R. & Cartwright T.C. Chronological age and breed type effects on carcass characteristics and palatability of bull beef. Meat Sci 17:187-192, 1986.
- Cross H.R., Crouse J.D. & MacNeil M.D. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. J Anim Sci 58:1358-1365, 1984.
- Boggs D. & Merkel R. Live Animal Carcass Evaluation and Selection Manual 2nd. ed. Kendall/Hunt Publishing. Iowa-USA, p. 124, 1984.
- Getty R. Sisson & Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals. 5th ed. W.B. Saunders Company, p.872, 1975.
- Smith G.C., Savell J.W., King G.T. & Carpenter Z.L. Laboratory Manual for Meat Science. Texas A & M University. 4th ed. American press, Massachusetts-USA, 1988.
- AMSA. Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat. American Meat Science. Association in Cooperation with National Live Stock & Meat Board. Iowa-USA p4, 1978.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Inc Cary NC, 1985.
- Klastrup S., Cross H.R., Schanbacher B.D. & Mandigo R.W. Effects of castration and electrical stimulation on beef carcass quality and palatability characteristics. J Anim Sci. 58:76-80, 1984.
- Griffin C.L., Stiffler D.M., Smith G.C. & Savell J.W. Palatability characteristics of loin steaks from Charolais crossbred bulls and steers. Meat Sci 15:235-246, 1985.
- Morgan J.B., Wheeler T.L., Koohmarraire M., Savell J.W. & Crouse J.D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. J Anim Sci 71:1471-1476. 1993.
- Mills E.W., Comerford J.W., Hollender R., Harpster H.W., House B. & Henning W.R. Meat composition and palatability of Holstein and beef steers as influenced by forage type and protein source. J Anim Sci. 70:2446-2451, 1992.
- Wheeler T.L., Miller R.K., Savell J.W. & Cross H.R. Palatability of chilled and frozen beef steaks. J. Food Sci. 55:301-304, 1990.
- Dolezal H.G., Smith G.C., Savell J.W. & Carpenter Z.L. Comparison of subcutaneous fat thickness marbling and quality grade for predicting palatability of beef. J. Food Sci. 7:397-400. 1982.
- Berry B.W. & K.F. Leddy. Comparison of restaurant vs research vs. research-type broiling with beef loin steaks differing in marbling. J Anim Sci. 68:666, 1990.
- Akinwunmi I., Thompson L.D. & Ramsey C.B. Marbling fat trim and doneness effects on sensory attributes, cooking loss and composition of cooked beef steaks. J Food Sci 58:242-244, 1993.

Recibido: 24-03-1995

Aceptado: 02-02-1996

Efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis* en pollos de engorde

Rubén E. Vargas¹, Moisés Castillo² y Coromoto Michelangeli³

Laboratorio de Bioquímica Nutricional, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela.
Maracay, Aragua, Venezuela

RESUMEN. Tres experimentos fueron conducidos utilizando pollitos machos (Cobb x Cobb) de un día de edad, a fin de evaluar el posible efecto mejorador de la melaza de caña sobre el consumo de dietas que contenían 30 % de granos de *Canavalia ensiformis*, crudos o autoclavados durante 60 min. (120 °C/ 15 psi). La adición de 10 % de melaza a una ración testigo sin canavalia incrementó significativamente ($P<0,05$) el consumo de esta dieta (Experimento 1). La incorporación de 10 % de melaza o 5 % de glucosa, sacarosa, fructosa, xilosa o almidón de maíz a una ración con 30 % de granos crudos de canavalia, fue evaluada en el Experimento 2. Ninguna de las dietas permitieron lograr consumos similares a la ración testigo. El Experimento 3, permitió estudiar la respuesta productiva de las aves a dieta que contenían 30 % de canavalia cruda o autoclavada con 10 % de melaza y suministradas bajo condiciones de alimentación ad libitum o apareadas. La melaza mejoró significativamente ($P<0,05$) el consumo de las dietas con canavalia autoclavada bajo condiciones de alimentación ad libitum, no así la ganancia de peso. Bajo condiciones de alimentación apareada la adición de melaza a las dietas empeoró el comportamiento productivo de los pollos. Los resultados indican que la utilización de melaza en dietas para pollos de engorde a base de granos de canavalia, crudos o autoclavados, no permite obtener comportamientos productivos de las aves similares a la dieta testigo sin canavalia.
Palabras Claves: *Canavalia ensiformis*, pollos de engorde, melaza de caña, comportamiento productivo.

SUMMARY: Effects of sugar cane molasses on the nutritive value of seeds of *Canavalia ensiformis* (jack bean) for broiler chicks. Three experiments were conducted to determine the efficacy of sugar cane molasses to improve performance of broiler chicks fed a diet containing 30 % raw or autoclaved *Canavalia ensiformis* seeds (Jack beans). For this latter purpose, canavalia seeds were ground and autoclaved at 120 °C and 15 psi during 60 min. Day-old male chicks (Cobb x Cobb) were used throughout the study. In Experiment 1, adding 10 % molasses to a control diet devoided of jackbeans seeds significantly ($p<0,05$) increased chick feed intake. However, neither the addition of 10 % molasses nor of 5 % glucose, sucrose, fructose, xylose or corn starch to the 30 % raw canavalia ration allowed feed intakes similar to that shown by the control diet (Experiment 2). Broiler performance was evaluated in Experiment 3 in response to diets containing 30 % raw or autoclaved jackbean meal. Ten-percent molasses was also added to both diets which along with the control diet were fed to chicks had free access to diets. Growth was depressed when the Jack bean containing diets were pair-fed to chicks. The results indicated that the use of molasses does not overcome the deleterious effects on chick performance due to the presence of 30 % raw or autoclaved jackbean meal in the diets.

Keywords: *Canavalia ensiformis*, Broiler, sugar cane molasses, feed intake, growth.

INTRODUCCION

Los granos de *Canavalia ensiformis* (L) DC han sido reconocidos como una fuente potencial de gran valor energético y proteico para la alimentación animal (1,2) y humana (3). Sin embargo, el uso de los granos crudos en dietas para aves, aun a niveles inferiores a 10 %, resulta en marcados efectos negativos sobre la productividad de las aves (4).

Varios autores han demostrado que dietas con 30 % de harina de granos crudos de canavalia resultan en una reducción del 50 % del consumo de alimento de las aves, en apenas 1h luego de ser ofrecidas las dietas (5). Estos efectos sobre el consumo de alimento producen pobres tasas de crecimiento y disminución en la digestibilidad de los

nutrientes (6). Distintos compuestos presentes en los granos de canavalia, han sido propuestos como posibles responsables de los efectos dañinos en los animales. Estos compuestos, denominados Factores Antinutricionales (FAN), incluyen una lectina, la Concanavalina A (7); aminoácidos no proteicos, canavanina y canalina (8); inhibidores de proteasas (9) una hemilectina y la canatoxina (10). Investigaciones recientes han revelado que la Concanavalina A (5) y la Canavanina (11) aparentemente constituyen los principales FAN presentes en los granos de canavalia. La adición de estos últimos dos compuestos, en forma purificada, a dietas para pollos de engorde en cantidades equivalentes a las aportadas por raciones con 30 % de harina de granos crudos, explican aproximadamente el 80 % y el 20 % respectivamente, de sus efectos antinutricionales (5,11). Lo anterior indica que la incorporación de granos de canavalia en la alimentación de aves, debe estar precedida por la definición de métodos que permitan minimizar los efectos indeseables de los FAN sobre las aves o de estrategias de alimentación dirigidas a contrarrestar los efectos. Hasta la fecha, se ha evaluado la efectividad del remojo en soluciones de urea (12); aplicación de calor húmedo (6) o por cocción en olla de presión (13), para destoxificar los granos, pero en ningún caso, se han logrado comportamientos productivos similares a los de una dieta testigo sin Canavalia.

1 Coordinador de Investigación, FCV-UCV. Jefe del Laboratorio de Bioquímica Nutricional, Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV.

2 Estudiante Graduado del Postgrado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. UCV.

3 Jefa del Departamento de Ciencias Fisiológicas. Profesora de Bioquímica del Postgrado en Medicina Veterinaria. UCV.

La Concanavalina A es una proteína que se caracteriza por alta afinidad por azúcares simples como la D (+) glucosa y D (+) manosa (14), lo cual le permite combinarse con los residuos terminales de los azúcares que conforman la membrana de los enterocitos localizados en la mucosa intestinal de los animales (15). Se desconoce si el efecto inhibitorio de los granos crudos de Canavalia en las aves está mediado por esta interacción lectina-carbohidrato en la mucosa de los órganos digestivos. Sin embargo, León et al (16) reportaron que la adición de 10 % de D (+) manosa a una dieta de aves con 30 % de granos crudos mejoró en 50 % el consumo de las dietas, en comparación con una dieta similar sin la adición de manosa. Estos resultados sugieren la posibilidad de utilizar ingredientes naturalmente ricos en azúcares simples para contrarrestar los efectos de los FAN de la canavalia, en raciones para aves. La melaza contiene 45 % del disacárido sacarosa (17) constituido por proporciones similares de glucosa y fructosa. Por lo general, la adición de niveles moderados a dietas en polvo mejora el consumo de alimento de las aves (18). El presente trabajo fue diseñado para evaluar la efectividad de adicionar melaza de caña a dietas prácticas para pollos de engorde, formuladas con la incorporación de 30 % de harina de granos, crudos o autoclavados de *Canavalia ensiformis*, como un posible medio para contrarrestar los efectos negativos de tales dietas sobre el comportamiento reproductivo de pollos de engorde.

MATERIALES Y METODOS

Aves y manejo general: Se diseñaron tres experimentos utilizando pollitos machos Cobb x Cobb, de 1 día de edad. La unidad experimental estuvo representada por un grupo de 5 pollitos alojados en jaulas metálicas dotadas de fuente eléctrica de calor. Los pollitos fueron asignados a los grupos experimentales manteniendo un peso promedio similar entre los grupos. Exceptuando los grupos bajo el régimen de alimentación apareada en el experimento 3, todas las aves tuvieron acceso al alimento y al agua, a voluntad. Se llevó un control diario del consumo de alimento, mortalidad y, a los intervalos indicados en cada experimento, de la ganancia de peso de los animales.

Granos de canavalia y dietas experimentales: Los granos de canavalia (cultivar original) fueron producidos en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, UCV, en Maracay. Los granos fueron molidos utilizando un tamiz de 2 mm y analizados AOAC (19) para determinar el contenido de proteína cruda (24,5 g/100 g), grasa (3 g/100 g), fibra cruda (17 g/100 g) y cenizas (4 g/100 g), expresado en base seca. El contenido de proteína cruda fue corregido para tomar en cuenta los aportes al contenido de nitrógeno total (N x 6.25) proveniente del aminoácido no proteico canavanina. El contenido de canavanina fue 3,7 g/100 g, en base seca, y fue determinado de acuerdo a lo descrito por Rosenthal (20).

El contenido de aminoácidos de los granos utilizado en la formulación de las raciones fue determinado por León et al (21) utilizando muestras provenientes del mismo lote empleado en este estudio. Las dietas experimentales (Tabla 1) fueron preparadas fundamentalmente a base de maíz y soya como ingredientes principales y formuladas de acuerdo a los requerimientos nutricionales para pollos de engorde (22). Todos los ingredientes utilizados, fueron finamente molidos, a fin de evitar la selección de los mismos por las aves.

TABLA 1
Composición de las dietas experimentales

Ingrediente	Experimento 1		Experimento 2 ^{1/}		Experimento 3 ^{2/}		
	Testigo (T)	T+10% Melaza	T+30% Canavalia Cruda (CC)	T+30% CC+ 10% Melaza	T+30% CC+ 5% Carbohidrato	T+30% Canavalia Autoclavada (CA)	T+30% CA+ 10% Melaza
	g/kg						
Maíz amarillo, harina	607,6	462,6	367,3	224,4	316,0	427,9	277,9
Soya, harina	319,9	340,0	220,0	240,0	320,0	190,0	210,0
Pescado, harina	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	25,0	25,0
Melaza de caña	-	100,0	-	100,0	-	-	100,0
Canavalia, granos molidos (crudos o autoclavados)	-	-	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Carbohidrato	-	-	-	-	50,0	-	-
Aceite de maíz	15,0	40,0	55,0	80,0	50,0	20,0	50,0
DL-metionina (99%)	4,0	2,5	3,7	3,7	-	3,1	3,1
Carbonato de Ca	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Fosfato dicálcico	16,5	17,0	17,0	18,0	17,0	17,0	17,0
Vitaminas y minerales ³	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Sal yodada	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Análisis Determinado (Base Húmeda)							
Energía metabolizable (Kcal/kg, calculada) ⁴	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína cruda	224,1	223,6	223,0	224,1	223,6	222,0	221,0
Extracto etéreo	54,0	86,4	83,2	54,0	86,4	57,0	81,1
Extracto libre de N	656,8	619,6	625,8	656,8	619,6	637,8	640,0
Cenizas	59,5	63,9	60,2	59,5	63,9	61,5	65,2

1/ En el Experimento 2 se evaluaron además las mismas raciones Testigo (T) y T + 30 Canavalia Cruda (CC), utilizadas en el Experimento 1.

2/ En el Experimento 3 se utilizaron además las raciones T; T+10 % Melaza y T+30 % CC del Experimento 1; y la ración T+30 % CC+ 10 % M del Experimento 2.

3. La premezcla de vitaminas provee por Kg de dieta: retinil acetato, 2,27 mg; colicalciferol, 0,04 mg; DL- α - tocoferol acetato, 5,5 mg; bisulfito de sodio menadiona, 1,45 mg; rivo flavina, 6,6 mg; ácido pantoténico, 11 mg; cianocobalamina, 0,01 mg; colina, 550 mg; piridoxina, 1,1 mg y niacina, 33 mg. La premezcla mineral provee por kg de dieta; manganeso, 65 mg; zinc, 40 mg; cobre, 5 mg; yodo, 0,5 mg.

4. Calculada utilizando los valores publicados en las tablas de la National Research Council (22) excepto para los granos de canavalia cruda cuyo valor fue el publicado por León et al (21). A los granos autoclavados se les asignó un valor de 2600 Kcal/kg, en base a reportado por D'Mello (6).

Las harinas de granos de canavalia cruda o autoclavada, fueron adicionadas en un nivel de 30 % a expensas de cantidades apropiadas de maíz y soya. La melaza de caña, adquirida directamente del Central Azucarero El Palmar (Edo. Aragua - Venezuela) fue incorporada en un nivel de 10 % en sustitución del maíz. A objeto de mantener la precisión en las lecturas de consumo de alimento, al iniciar cada ensayo, se introdujeron los comederos en las jaulas a intervalos de 1 minuto; el mismo procedimiento se mantuvo en las posteriores mediciones de consumo.

Experimento 1: Trabajos previos (4,5) han establecido que la incorporación de 30 % de granos crudos de canavalia reduce el consumo de alimento de las aves, en un 50 % o más en comparación con una ración sin canavalia. El objetivo de este experimento fue demostrar, para los fines de este estudio, el efecto mejorador de la melaza sobre el consumo de la dieta testigo y aportar información preliminar sobre su posible efectividad para modificar la respuesta inhibitoria ocasionada por los factores antinutricionales presentes en la canavalia sobre el consumo de las aves. El experimento duró 7 días y se evaluaron 3 dietas y a cada una se le asignó 5 grupos de 5 pollitos

por grupo. Las dietas evaluadas fueron: una ración testigo (T); T con 10 % de melaza adicionada (T-M) y esta última dieta con 30 % de harina de granos crudos de canavalia incorporada (Tabla 1). Se utilizó un total de 75 pollitos distribuidos entre los tratamientos experimentales de acuerdo a un diseño completamente al azar.

Experimento 2: Este ensayo fue diseñado para evaluar el efecto de la melaza, sus principales azúcares constituyentes (glucosa, sacarosa y fructosa) y de otros carbohidratos no presentes en la melaza (almidón y xilosa) en combinación con una dieta con 30 % de granos crudos de canavalia, sobre la ingestión de alimentos de pollitos de engorde. El almidón y cada uno de los carbohidratos simples fueron incorporados a las respectivas dietas en un nivel de 5 %. Un total de 8 dietas experimentales (Tabla 1), incluyendo la dieta testigo (T) y T + 30 % de canavalia cruda, fueron evaluadas. Se asignó a cada carbohidrato un valor calórico de 3640 Kcal EM/kg, equivalente al de la glucosa (23) y se incorporaron a las dietas en reemplazo de cantidades apropiadas de maíz. Ajustes en el contenido calórico de las raciones se llevaron a cabo modificando las cantidades de aceite de maíz. La melaza se incluyó en un nivel del 10 %. Cada dieta fue replicada 4 veces asignándose 5 pollitos por cada réplica. La distribución de los grupos de aves a las dietas se efectuó al azar. El ensayo duró 7 días.

Experimento 3: La aplicación de condiciones de autoclavado a distintos tiempos de exposición ha sido utilizado por varios autores para mejorar la respuesta reproductiva de las aves alimentadas con dietas que contienen granos de canavalia (24). La harina de granos así tratados contiene, por lo general menores concentraciones de FAN (4). Bajo estas condiciones, es posible que los consumos de las dietas con canavalia autoclavada (CA) se incrementen aun más en presencia de la melaza y lograr mejores respuestas productivas de los pollos. Este experimento permitió evaluar esta hipótesis bajo 2 regímenes de alimentación: ad libitum y apareada. Este último régimen permitió la comparación de los efectos de la melaza y el autoclavado de los granos, a un mismo nivel de consumo alimenticio. Se estudiaron 11 tratamientos a los cuales se asignaron 4 grupos de 5 pollitos cada uno, durante dos semanas, para observar el efecto de adicionar 10 % de melaza a dietas que contenían 30 % de granos crudos o autoclavados de canavalia. Seis dietas fueron ofrecidas ad libitum: la dieta testigo (T); T + 10 % melaza (T-M); T + 30 % canavalia cruda (CC); T + 30 % canavalia autoclavada (CA); CC + 10 % melaza y, CA + 10 % melaza (Tabla 1). Básicamente, las mismas dietas fueron ofrecidas diariamente a las aves en cantidades equivalentes al consumo de la ración CC, con la cual se esperaban obtener los más bajos niveles de ingestión de alimento. Para este fin, se midió el consumo de alimento de los 4 grupos asignados a esta dieta (CC) cada 24h y la cantidad promedio consumida sirvió de referencia para fijar la cantidad de las otras dietas a ser ofrecida al resto de los grupos.

La harina de granos crudos de Canavalia fue tratada en un autoclave de pie tipo laboratorio durante 60 min a 120 °C y 15 psi de presión. Aunque los experimentos ad libitum y apareados fueron conducidos simultáneamente, los datos resultantes fueron analizados por separado utilizando la misma dieta testigo (T), sin canavalia, como control.

Análisis estadísticos: Los datos fueron analizados de acuerdo al Análisis de Varianza. Los valores de probabilidad (P) fueron considerados estadísticamente significativos al nivel de 0,05. Cuando se apreciaron diferencias significativas entre los promedios, se condujeron pruebas de Comparaciones Múltiples de Duncan (25).

RESULTADOS

Experimento 1: Los datos del Experimento 1 demostraron el efecto de la adición de 10 % de melaza y de la harina de granos de canavalia cruda sobre el consumo de las dietas por los pollitos. La melaza mejoró significativamente el consumo de la dieta testigo ($P < 0,05$) mientras que la ingestión de la ración con canavalia se redujo en 66 %. Efectos negativos más marcados se observaron en relación a las ganancias de peso y conversión alimenticia (Tabla 2).

TABLE 2
Comportamiento productivo de los pollos de engorde alimentados con dietas con 10 % de melaza o con 30 % de harina de granos de canavalia cruda (Experimento 1)¹

Dietas	0-7 días		g alimento/g peso
	Consumo de alimento	Ganancia de peso	
Testigo (T)	243,5a	100,7b	2,3b
T+10 % Melaza (T-M)	293,2a	138,1 ^a	2,2 ^a
T+30 % Canavalia Cruda	129,5 ^c	25,8 ^c	5,0 ^c
EE global ²	18,7	15,9	0,3

1 Cada valor representa el promedio de 5 observaciones. Letras diferentes entre valores de una columna dada indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

2 EE: error estándar

Experimento 2: Los resultados expresados en la Tabla 3 revelan que la incorporación de 10 % de melaza o de 5 % de sacarosa, glucosa, almidón, xilosa o fructosa no mejoró el comportamiento productivo de las aves que recibieron la dieta con 30 % de granos crudos de canavalia. En ningún caso, la adición de los carbohidratos evaluados mejoró ni el consumo ni la ganancia de peso de las aves, en comparación con las dietas a base de CC. La utilización de 5 % de fructosa deterioró aun más las respuestas productivas de las aves.

TABLE 3
Efecto de la adición de 10 % de melaza de 5% de distintos carbohidratos a dietas con 30 % de harina de granos de canavalia cruda sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde (Experimento 2)¹

Dietas	0-7 días		g alimento / g peso
	Consumo de alimento	Ganancia de peso	
Testigo (T)	306,1a	169,9a	1,8b
T+30 % Canavalia Cruda (CC)	131,0 ^b	27,8 ^b	4,7 ^{ab}
CC + 10 % Melaza	133,7 ^b	21,0 ^b	6,3 ^a
CC + 5 % sacarosa	134,3 ^b	21,2 ^b	6,4 ^a
CC + 5 % glucosa	121,84 ^b	16,1 ^b	7,6 ^a
CC + 5 % almidón	125,6 ^b	24,7 ^b	5,1 ^{ab}
CC + 5 % xilosa	127,0 ^b	16,4 ^b	7,7 ^a
CC + 5 % fructosa	93,8 ^c	15,0 ^c	6,1 ^a
EE global ²	11,3	9,0	

1 Cada valor representa el promedio de 4 observaciones. Letras diferentes entre valores de una columna dada indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

2 EE: error estándar

Experimento 3: En este ensayo se comparó la respuesta de la adición de melaza a dietas con 30 % de granos crudos o autoclavados de canavalia bajo condiciones que permitieron el libre acceso de las aves a las dietas o cuyo consumo fue restringido a una cantidad similar a la ingerida por los pollitos alimentados con la ración con 30 % de CC (alimentación apareada).

La comparación de las dietas experimentales bajo el régimen de alimentación ad libitum (Tabla 4) permitió comprobar los resultados de los Experimentos 1 y 2 en lo referente a las respuestas productivas de los pollos alimentados con dietas que contenían CC y melaza, adicionados a las dietas individualmente o simultáneamente. La aplicación de calor por autoclave mejoró significativamente ($P<0,05$) la respuesta de las aves en comparación con la dieta con CC, aun cuando el consumo y la ganancia de peso obtenidos con las dietas con 30 % CA fueron significativamente inferiores a la ración T (Tabla 4). La adición de 10 % de melaza a la dieta con 30 % CA mejoró adicionalmente el consumo de alimento ($P<0,05$) pero no la ganancia de peso.

TABLA 4

Efecto de la adición de 10 % de melaza de 30% de harina de granos crudos o autoclavados sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde, alimentación ad libitum (Experimento 3)¹

Dietas	0-14 días		g alimento / g peso
	Consumo de alimento	Ganancia de peso	
	g / ave		
Testigo (T)	605,1b	402,7a	1,5c
T+10 % Melaza	646,2a	353,6a	1,8
T + 30 % Canavalia			
cruda (CC)	165,9 ^e	21,1 ^c	7,9 ^a
CC + 10 % Melaza	149,2 ^e	42,3 ^c	3,5 ^b
T + 30 % Canavalia			
Autoclavada (CA)	351,9 ^d	197,4 ^b	1,8 ^c
CA + 10 % Melaza	435,3 ^c	223,9 ^b	1,9 ^c
EE global ²	40,9	20,2	

1 Cada valor representa el promedio de 4 observaciones. Letras diferentes entre valores de una columna dada indican estadísticas significativas ($P<0,05$).

2 EE: error estándar

Cuando las respuestas productivas de las aves fueron comparadas bajo nivel de consumo de alimento similar (Tabla 5), no se observaron diferencias significativas para la ganancia de peso y conversión del alimento con las dietas T, T + 10 % de melaza y T + 30 % CA. La utilización de melaza en las raciones que contenían granos crudos o autoclavados, de canavalia no resultaron estadísticamente diferentes de la dieta con 30 % de CC y todas fueron inferiores a la ración control ($P<0,05$).

TABLA 5

Efecto de la adición de 10 % de melaza a dietas con 30% de harina de granos crudos o autoclavados de canavalia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde, alimentados bajo un régimen de alimentación apareado. (Experimento 3)^{1,2}

Dietas	0-14 días		g alimento / g peso
	Consumo de alimento	Ganancia de peso	
	g / ave		
Testigo (T)	165,9	40,3a	4,1c
T+10 % Melaza	165,9	37,4a	4,4 ^c
T + 30 % Canavalia			
cruda (CC)	165,9	21,1 ^{bc}	7,9 ^b
CC + 10 % Melaza	165,9 ^e	10,6 ^c	15,6 ^a
T + 30 % Canavalia			
Autoclavada (CA)	165,9	31,1 ^{ab}	5,3 ^c
CA + 10 % Melaza	165,9 ^c	17,5 ^{bc}	9,5 ^b
EE global ²	—	2,9	

1 Este ensayo fue conducido simultáneamente con los tratamientos experimentales señalados en la Tabla 4. El consumo de la dieta ofrecida ad libitum que contenía 30 % de granos crudos de canavalia, fue utilizado para definir la cantidad de alimento ofrecida del resto de las dietas experimentales bajo alimentación apareada.

2 Cada valor representa el promedio de 4 observaciones. Letras diferentes entre valores de una columna dada indican estadísticas significativas ($P<0,05$).

2 EE: error estándar

DISCUSION

Estudios previos han demostrado que las aves domésticas poseen capacidad para discriminar entre sabores en respuesta a carbohidratos simples y otros compuestos añadidos al agua o a la dieta, lo cual se traduce en modificaciones en el patrón de consumo de alimento por las aves (26). Los resultados del experimento 1 confirmaron este comportamiento de las aves. Los pollos que recibieron la dieta con melaza consumieron 20 % más alimento en comparación con la dieta testigo. Por otra parte, las aves que recibieron la ración con 30 % de canavalia cruda redujeron a la mitad la ingestión de alimento, en relación a la ración testigo. Ambas respuestas coinciden con las observaciones de Rosenberg y Palafox (18) en relación a la melaza y de León et al (4) con respecto a canavalia cruda. Asimismo, permitieron validar los efectos esperados de ambos ingredientes a los fines de evaluar la hipótesis del presente trabajo, en los experimentos subsiguientes.

El experimento 2 demostró que el efecto beneficioso de la melaza sobre el consumo es completamente abolido, en presencia de 30 % de granos crudos de canavalia (Tabla 3). Ninguno de los carbohidratos añadidos a esta dieta permitió superar la drástica inhibición del consumo inducido por la canavalia cruda. Ni siquiera la glucosa la cual tienen una alta afinidad por la Concanavalina A. Es posible que habiendo sido administrada en forma de monosacárido, esta haya sido absorbida rápidamente y la oportunidad de combinarse con la lectina no ocurriera ya que, otros autores han observado que la administración intrabucho de una solución de Con A pura en presencia de manosa permite lograr consumos superiores a los obtenidos luego de la dosificación solo con Con A (16).

Lo anterior sugiere también que la combinación lectina-azúcar que se observa in vitro, no ocurre en ambientes más complejos, como

el tracto gastrointestinal, y en presencia de otros ingredientes dietéticos. Sin embargo, considerando que la glucosa también pudo ser liberada más lentamente, luego de la degradación intestinal del almidón, de la sacarosa y de la propia melaza, era de esperarse una mayor interacción de la glucosa con la con A, disminuyendo sus efectos sobre la ingestión de alimento. Los datos de la Tabla 3 revelan que esta posibilidad no tuvo lugar.

Varios autores han reportado mejoras en el comportamiento productivo de pollos de engorde utilizando dietas con granos autoclavados (6). Sin embargo, los granos así procesados no han permitido obtener consumos y ganancias de peso similares a las dietas sin canavalia (27). El experimento 3 permitió evaluar el efecto de adicionar melaza a dietas para pollos con canavalia autoclavada ofrecidas a voluntad. Por otra parte, la comparación de las dietas experimentales, con canavalia cruda o autoclavada, a un nivel similar de consumo permitió evidenciar efectos asociados con la presencia de canavalia en las dietas, distintos de aquellos que pudieron haberse presentado por factores vinculados a las propiedades organolépticas de las raciones.

Los resultados de este experimento (Tabla 4) confirmaron las observaciones de los ensayos previos sobre los efectos de la melaza y de la canavalia cruda. Autoclavar la canavalia permitió duplicar el consumo de alimento en comparación con la canavalia cruda aunque la ingestión de la dieta con canavalia autoclavada fue un 42 % inferior a la ración testigo. La adición de melaza indujo a las aves consumir 20 % más de la dieta que contenía canavalia autoclavada. Respuestas similares se observaron en relación a los incrementos de peso con estas dietas, aunque en ningún caso se logró igualar los rendimientos productivos obtenidos con la dieta testigo.

Las respuestas obtenidas mediante el autoclavado indican que los FAN responsables de la disminución del consumo de alimento en pollos, son parcialmente eliminados, lo cual coincide con los hallazgos de otros investigadores (27), y permite apreciar el efecto positivo de la melaza sobre la ingestión de las dietas con canavalia autoclavada. Es claro que otro(s) factor(es) permanecen en los granos que impiden un comportamiento óptimo de las aves. Michelangeli (28) demostró que la actividad hemaglutinante debido a la Con A. de harinas de canavalia cruda podría ser totalmente abolida con el autoclavado. Considerando los resultados de León et al (5) que responsabilizan a la Con A del 80 % aproximadamente, de los efectos de los granos crudos sobre el consumo es posible que las condiciones de autoclavado, utilizadas en este trabajo, hayan tenido poco efecto sobre el contenido de canavanina de las harinas crudas (28) lo cual, en base a los trabajos recientes de Michelangeli y Vargas (11), pudiera explicar las observaciones obtenidas con la canavalia autoclavada (Tabla 4).

El suministro de las dietas experimentales, bajo el régimen de alimentación apareada (Tabla 5), reveló claramente que existen en la canavalia compuestos que deterioran el crecimiento de los animales por vías distintas a la disminución de la ingestión de alimento. La acción de los mismos es aparentemente exacerbada por la presencia de melaza ya que la eficiencia alimenticia se deteriora significativamente con la adición de melaza a las dietas con canavalia, cruda o autoclavada (Tabla 5). Es factible que bajo las condiciones de restricción del consumo (72 % respecto al testigo) las aves confronten problemas metabólicos adicionales resultantes de la alta concentración de sodio y potasio, presente en la melaza (29).

En general los resultados de este trabajo confirman la existencia de factores tóxicos en la harina de canavalia cruda que aparte de su influencia sobre el consumo ejercen efectos adversos en las respuestas

de ganancias de peso y de conversión alimenticia de las aves. El efecto sobre el incremento de peso es más marcado cuando en la dieta convergen canavalia cruda o autoclavada y melaza y las dietas son suministradas bajo condiciones de alimentación restringida. Los resultados también revelan que el efecto mejorador del consumo al adicionar melaza al alimento, parece estar circunscrito a influencias sobre el apetito de las aves y no necesariamente a mejoras en la eficiencia de utilización de la dieta. Por otra parte, el efecto de la melaza sobre el consumo de dietas con 30 % de canavalia cruda no es suficientemente importante para considerar la adición de melaza como un método práctico para contrarrestar los efectos de dietas con 30 % de canavalia cruda.

REFERENCIAS

1. Bressani R., Brenes RG., García A. and Elias LG. Chemical composition, amino acid content and protein quality of canavalia spp. seeds. *J. Sci. Food Agric.* 40:17-23, 1987.
2. Montilla JJ., Carabaño JM., Schmidt B. and Vargas RE. *Canavalia ensiformis* en raciones para pollos de engorde. *Acta Científica Venezolana.* 28:35, 1977.
3. National Academy of Sciences. *Tropical legumes: Resources for the future.* Washington D.C. 331 p.
4. León A., Vargas RE., Michelangeli C., Carabaño JM., Risso J. and Montilla JJ. Valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis*, en dietas para aves y cerdos. En: *Canavalia ensiformis* (L) DC. Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. RE. Vargas et al. Ed. Futura. San Cristóbal, Venezuela p.213-227, 1993.
5. León A., Caffin JP., Plassart M. and Picard M. Effect of concanavalin. A from jackbean seeds on short-term food intake regulation in chicks and laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 32:297-311.
6. D'Mello JPF., Acamovic T. and Walker AG. Nutritive value of jack beans (*Canavalia ensiformis* (L) DC) for young chicks. *Trop. Agric. (Trinidad)* 62:145-150, 1985.
7. Jaffe WG. Hemagglutinins (Lectins). En: *Toxic constituents of plant foodstuffs.* I.E. Liener ed. Academic Press, New York. p. 73-102, 1980.
8. Rosenthal GA & Bell EA. Naturally occurring toxic nonprotein amino acids. En: *Hervibores: Their interactions with secondary plant metabolites.* G. Rosenthal y DH. Jansen eds. New York, Academic Press p.353-385. 1979.
9. Babar VS., Chavan JK. and Kadam SS. Effects of heat treatments and germination on trypsin inhibitor activity and polyphenols in jack bean (*Canavalia ensiformis* L DC). *Plant Foods Human Nutr.* 38:319-324. 1988.
10. Carlini C. & Guimaraes JA. Isolation and characterization of toxic protein from canavalia ensiformis (Jack beans) seeds distinct from Concanavalin A. *Toxicol.* 19:667-675. 1981.
11. Michelangeli C & Vargas RE. L-Canavanine influences feed intake, plasma basic amino acid concentrations and kidney arginase activity in chicks. *J. Nutr.* 124:1081-1087, 1994.
12. Montilla JJ., Ferreira M., Cupul S., Gutierrez M. and Preston TR. Preliminary observations: The effects of ensilage and heat treatment of *Canavalia ensiformis* seeds in diets for poultry. *Trop. Anim. Prod.* 6:376-377, 1981.
13. Bressani R. & Sosa JL. Effect of processing on the nutritive value of canavalia jack beans. (*Canavalia ensiformis* (L)). *Plant Foods Human Nutr.* 40:207-214, 1990.
14. Sharon N. & Lis H. Lectins: Cell agglutinating and sugar specific proteins. *Science.* 177:942-959, 1972.
15. Ichev K. & Ovtscharoff W. Concanavalin A binding sites on the intestinal microvillous membrane of rat. *Acta Histochem.* 69:119-124, 1981.
16. León A. Etude d' une legumineuse tropicale nouvelle pour l' alimentation du poulet (*Gallus gallus*): *Canavalia ensiformis*. Université Paris 6. Francia. (Tesis de Doctorado). p156, 1989.

17. Wythes JR., Wainwright D. and Blight G. Nutrient composition of queensland molasses. Aust. J. of Exptl. Agric. Anim. Husbandry. 18:629-634, 1978.
18. Rosenberg M. & Palafox A. Response of growing chicks to graded concentrations of cane final molasses. Poultry Sci. 34:133-140, 1955.
19. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed. Washington, D.C. p.130. 1975.
20. Rosenthal G. Preparation and colorimetric analysis of L-canavanine. Anal. Biochem. 77:147-151.
21. León A., Carré M., Larbier M., Lim F., Ladjalu T. and Picard M. Amino acids and starch digestibility and true metabolizable energy content of raw and extruded jack beans (*Canavalia ensiformis*) in adult cockerds. Ann. Zootech. 39:53-61, 1990.
22. National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of Poultry. National Academy of Sciences, Washington D.C. 1988.
23. Scott ML., Nesheim MC. and Young RJ. Nutrition of the chicken ML. Scott & Associates Publishers. New York p.357, 1982.
24. D'Mello JPF. & Walker AG. Detoxification of Jackbeans (*Canavalia ensiformis*) studies with young chicks. Anim. Feed Sci. Technol. 33:117-127, 1991.
25. Duncan DB. Multiple range and multiple F-test. Biometrics. 22:25-27, 1955.
26. El Boushy AR. & Kennedy DA. Palatability, acceptability of feed influenced by senses. Feedstuffs 22:25-27, 1987.
27. Kessler M., Belmar R. and Ellis N. Effects of autoclaving on the nutritive value of the seeds of *Canavalia ensiformis* (jackbean) for chicks. Trop. Agric. (Trinidad) 67:16-20, 1990.
28. Michelangeli C. Efecto de varios tratamientos sobre los factores antinutricionales de *Canavalia ensiformis* introducida en dietas para pollos en crecimiento. (Trabajo de Ascenso). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, 124 p. (Mimeo).
29. Kondo A. & Ross E. The effects of certain ionic interactions on the water metabolism of chicks. Poultry Sci. 41:1132-1136, 1962.

Recibido: 06-04-1995

Aceptado: 16-04-1996

Separación e identificación del β -caroteno y sus isómeros *cis* por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

Fanny Carrillo de Padilla

Cátedra de Análisis de Alimentos. Facultad de Farmacia UCV. Caracas, Venezuela.

RESUMEN. Se estudió del β -caroteno y sus isómeros, el *13 cis* y *9 cis*, por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). La solución de β -caroteno al 1,26 mg/ml se sometió a un proceso de fotoisomerización en presencia de yodo como catalizador. Se realizó una cromatografía de absorción sobre $\text{Ca}(\text{OH})_2$, obteniéndose la separación en tres bandas por elución con una solución de 2 % acetona en hexano. Las diferentes fracciones se identifican por espectrofotometría UV/VIS y se les determinó el patrón de elución y los tiempos de retención por cromatografía líquida (HPLC), siendo la fase móvil 1 % acetona en hexano, obteniéndose tiempos de retención de 2,05, 2,4 y 2,8 min. para el *13 cis*, *todo-trans* y *9 cis* β -caroteno respectivamente. Se analizó una muestra de zanahorias enlatadas obteniéndose un resultado de 22,13 mg % de *todo-trans* β -caroteno. Se recomienda la aplicación del método a un mayor número de muestras, determinar la sensibilidad y la reproductibilidad. En vista de la dificultad de obtención de los isómeros *cis*, se recomienda la utilización de un patrón de referencia o un factor de respuesta para los cálculos.

SUMMARY. Separation and identification of β -carotene and its *cis* isomers by HPLC. The separation and identification by HPLC of the *cis* isomers of β -carotene was studied. A 1.26 mg/ml β -carotene solution previously isomerized with iodine as a catalyst, was eluted with 2 % acetone in hexane, from a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ chromatographic column in three bands. The fractions were identified by spectrophotometry and the retention times of 2.05, 2.4 and 2.8 min for the *13 cis*, all-*trans*, and *9 cis* β -carotene isomers, determined by HPLC, with 1 % acetone in hexane as mobile phase. 22.13 mg % of all-*trans* β -carotene were found in a sample of canned carrots. It is recommended the analyses of a greater number of samples, the determination of the method's sensitivity, reproductibility, and the use of a standard of reference of a response factor for calculations.

INTRODUCCION

El análisis de la cantidad de vitamina A presente en los alimentos se ha basado hasta el presente en la asunción de que, de los diferentes precursores de la vitamina A, el que se encuentra en mayor cantidad en los alimentos es el *todo-trans* β -caroteno.

Las frutas y los vegetales no sólo contienen otros precursores de la vitamina A diferentes al *todo-trans* β -caroteno, que presentan una actividad biológica menor, sino que además pueden estar presentes estereo-isómeros de estos precursores, que son aun mucho menos activos biológicamente (1,2). Por lo tanto, para determinar en forma exacta la cantidad de vitamina A presente en los alimentos, los diferentes carotenoides activos y sus respectivos isómeros deben separarse, identificarse, medirse cuantitativamente y luego calcular la actividad biológica de cada uno de ellos.

El análisis de los carotenos por procedimientos físico-químicos es rápido y preciso; siendo la espectroscopia de absorción la técnica más comúnmente empleada, la cual aprovecha el sistema de 11 dobles enlaces conjugados presente en la molécula del *todo-trans* β -caroteno, el cual confiere a la molécula del *todo-trans* β -caroteno un amplio espectro de absorción con una absorbancia máxima a 450 nm en hexano. Cuando se usa esta técnica los resultados se expresan como β -caroteno total y este procedimiento significa una sobre estimación de la actividad biológica de una mezcla de isómeros.

La técnica más eficaz para separar los diferentes isómeros del β -caroteno es la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Esta técnica ha sido usada en la separación de los carotenos tanto en fase normal como reversa. sin embargo la fase normal no permite la

separación de los isómeros de posición como el ∞ y β caroteno (3-9), mientras que si se logra en fase reversa (10-16). Los estereo isómeros del *todo-trans* β -caroteno han sido separados usando una columna de alúmina, a 20 °C y n-hexano con un contenido de agua rigurosamente controlado como fase móvil (17), y a temperatura ambiente en una columna de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, siendo la fase móvil una mezcla de acetona y n-hexano (18), así mismo en fase reversa (15-16) en columna C18 mantenida a una temperatura de 38 °C con una fase móvil de metanol: acetonitrilo:agua (88:9:3 v/v/v).

El presente estudio se hizo con el objeto de obtener la separación de los isómeros del *todo-trans* β -caroteno más importantes que son el *13 cis* y el *9 cis*, identificarlos por espectroscopia de absorción, adaptando el método de Tsukida et al (18) a las condiciones existentes, pues no existen en el mercado columnas empacadas con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con el tamaño de partícula adecuado.

MATERIALES Y METODOS

El β -caroteno fue suministrado por Hoffman La Roche Nuttley New Jersey. USA y β -caroteno Tipo IV (Sigma Cooperation USA). Hidróxido de calcio obtenido de Fisher Scientific, tamizado para producir partículas de tamaño entre 0 a 25 μm , y partículas de 0-10 μm para su uso en los estudios preliminares y en columnas preparativa y analítica respectivamente. Los demás reactivos y solventes fueron grado analítico con excepción de los usados en la cromatografía líquida de alta resolución, que fueron grado HPLC, filtrados a través de una membrana de 0.45 μm . y degasificados por agitación al vacío.

Purificación del β -caroteno: El β -caroteno (Roche) utilizado fue sometido a un proceso de purificación por recristalización (19). Los cristales se someten a observación microscópica, se les determina el punto de fusión en tubo capilar sellado al vacío en un Electrothermal Melting Point Apparatus. y el espectro de absorción en espectrofotómetro Beckman, calculándose luego la absorptividad.

Obtención de los isómeros: La solución del β -caroteno al 0.1 mg/ml o 0.2 mg/ml en hexano conteniendo una concentración de yodo equivalente al 2 % del peso del β -caroteno, se somete a la acción de una lámpara de luz de día en la cámara del Chromato-Vue durante 1 hora.

Separación e identificación de los isómeros *cis-trans* β -caroteno.

Cromatografía de absorción: Se empacó una columna de vidrio de 25x2.5 cm con placa porosa, con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, preparando una suspensión en hexano; se ajustó la velocidad de flujo a 1.5 ml/min. Se colocaron 4 ml de la solución de *todo-trans* β -caroteno 1.26 mg/ml, previamente sometida a fotoisomerización y se eluye con solución al 2 % de acetona en hexano. Se obtuvo una separación del pigmento en tres bandas que se recogieron en balones separados, mantenidos en baño de hielo y bajo atmósfera de nitrógeno para evitar la degradación por acción de la temperatura y del oxígeno del aire. Se evapora al vacío y el residuo se retomó con 10 ml de hexano y se determina el espectro de absorción.

Espectrofotometría de Absorción: Se prepararon soluciones al 0.325 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en hexano del β -caroteno impuro y del purificado, y se les determinó el espectro de absorción entre 280-530 nm en el espectrofotómetro Beckman con las siguientes condiciones: slit 0.5mm, velocidad de barrido 50 nm/min. Esto se hizo con la finalidad de observar si la purificación había sido eficiente. Este mismo análisis se hizo para determinar el espectro de absorción de las diferentes bandas obtenidas en la cromatografía de absorción, para determinar las diferencias entre ellas.

Cromatografía Líquida HPLC.

Cromatografía preparativa: Cromatógrafo líquido compuesto por un detector UV/VIS (Spectro Monitor 1 unidad óptica y de control Laboratory Data Control. Division of Milton Roy Co Modelo 1201), trabajando a 440 nm. con una celda de 14 μl y un registrador Omni Scribe Fisher Recordall Series 5000 de Houston Instruments con columna de 25x1 cm, empacada con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (10 μ), fase móvil 1 % acetona en hexano, velocidad de flujo de 3 ml/min. Se inyectaron 0.9 ml de la solución de β -caroteno al 0.2 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ sometido a la fotoisomerización.

Cromatografía analítica: Cromatógrafo líquido: Perkin Elmer Series 2 Liquid Chromatograph con detector UV/VIS LC 75 de longitud de onda variable 190-600 nm, inyector Rheodyne modelo 7105 con un espiral de 175 μl , registrador Solttec con 10 mv de entrada, velocidad del papel de 2 pul/hr, con columna de 250x3.9 mm, empacada con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, velocidad de flujo de 1 ml/min. siendo el resto de las condiciones iguales que para la columna preparativa. Se inyectaron 0.1 ml de la solución anterior.

Curva patrón: se preparó una solución de *todo-trans* β -caroteno (Sigma) en hexano al 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$, y diluciones que contenían 0,1,2,4,6

y 8 $\mu\text{g}/\text{ml}$, se inyectaron 10 μl por cuadruplicado. Se graficó área y altura de los picos obtenidos contra concentración y se aplicó regresión lineal.

Análisis de muestra: Se extrajeron 250 g de zanahorias enlatadas con varias porciones de 25 ml de acetona en una licuadora, hasta que los extractos resultaron incoloros. La separación de los carotenos y ésteres de los carotenoides de las xantofilas polares se realizó por partición en éter de petróleo y metanol al 90 % en agua. La fase orgánica contienen los carotenos y ésteres de los carotenoides además de las clorofilas (a) y (b). Para remover la clorofila y el material insaponificable se realizó una saponificación en frío durante la noche y bajo atmósfera de nitrógeno, con KOH metanólico al 10 % de donde se extraen los carotenos con éter, los extractos etéreos se lavaron con varias porciones de 20 ml de solución de NaCl al 5 % hasta eliminar la alcalinidad. El éter se evapora al vacío y el residuo se disolvió en hexano en un balón 25 ml. De esta solución se tomó una alícuota de 2,5 ml, se llevó a 10 ml con hexano, y se inyectaron 10 μl (triplicado) en el cromatógrafo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Purificación del *todo-trans* β -caroteno: Los cristales obtenidos observados bajo el microscopio son comparables a los reportados por Jones y Bickoff (20), con punto de fusión 183-184 °C. De los espectros de absorción se obtuvieron valores de máximos de absorción (478-450) comparables con los existentes en la literatura consultada.

El coeficiente de absorción específico (a) calculado fue de 252 a 450 nm comparable también con los valores publicados de 251 a 451 nm (19). Los espectros de absorción de las fracciones provenientes de la cromatografía de adsorción son similares a los publicados (21).

Separación e identificación de los isómeros *cis* del β -caroteno: Los máximos de absorción (Tabla 1), son similares a los publicados. Estos resultados permiten la identificación de las fracciones como los isómeros 13, *todo-trans* y 9 *cis*, los cuales eluyeron en este mismo orden, ratificándose lo señalado por Zechmeister y Polgar (22).

TABLA 1

Comparación de las características de absorción (λ_{max}) del *todo-trans* β -caroteno y sus principales isómeros en diferentes solventes

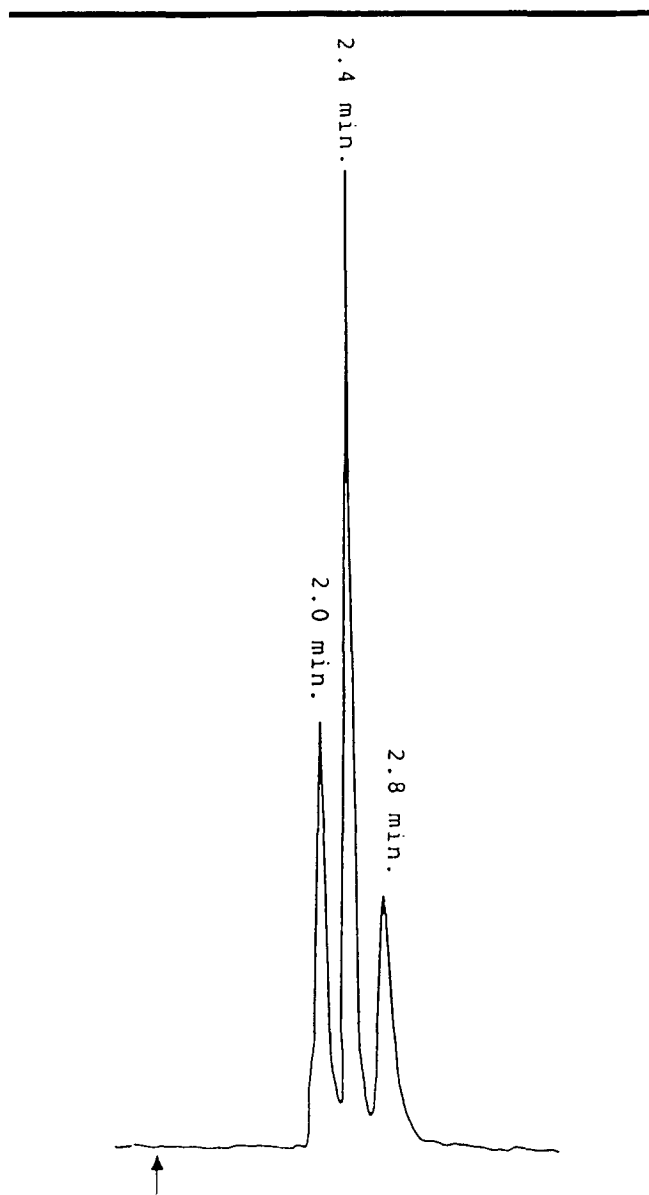
Isómero	Bickoff et al 1948 (a)nm	Valores obtenidos (c)nm	Zechmeister Polgar 1942(b)nm	Tsukida 1983(c) nm
<i>Todo-trans</i>	479-451	477-450	486-454	478-450
13 <i>cis</i>	470-443	468-443	475-444	467-442
9 <i>cis</i>	474-447	473-445	481-450	473-445

(a)= Isoctano (b)=Eter etílico (c)=Hexano

Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC): Los tiempos de retención de una solución al 0.2 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ de *todo-trans* β -caroteno y de las fracciones identificadas por espectrofotometría como 13 y 9 *cis* β -caroteno, fueron determinados y se corresponden con los de la Fig. 1, con los picos característicos del 13 *cis*, *todo-trans* y *cis* β -caroteno y sus tiempos de retención de 2.0; 2.4; y 2.8 min., respectivamente.

FIGURA 1

Cromatograma de *all-trans* β -caroteno, sometido a fotoisomerización. Columna 250x3.9 mm $\text{Ca}(\text{OH})_2$, fase móvil: 1% acetona/hexano, flujo: 1 ml/min, Atn. 32, λ : 450 nm, conc. 2.2 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ (0.1 ml)



Este estudio preliminar se realizó con la finalidad de determinar si los tiempos de retención o patrón de elución, en la columna de HPLC, se correspondían con la elución de las bandas de la cromatografía de adsorción en columna abierta (22,23).

En vista de la imposibilidad de obtener en el mercado los patrones de los isómeros 9 y 13 *cis-trans* β -caroteno, se llevó a cabo una cromatografía preparativa, de manera de obtener suficiente cantidad de dichos isómeros, en forma pura y plenamente identificados, para su utilización como patrones en la cuantificación de estos isómeros.

Tomando en consideración los estudios preliminares realizados, y la información de que cuando el *todo-trans* β -caroteno se degrada,

los principales isómeros formados son el 13 y 9 *cis*, representando cada uno de ellos aproximadamente el 20 % del total; se asume que en el cromatograma los picos con más o menos un 20 % del total son los isómeros mencionados. Las fracciones correspondientes fueron recogidas después de varias inyecciones, en balones fondo redondo purgados con argón para desalojar el oxígeno. El solvente se evaporó al vacío y el residuo se disolvió en hexano para su análisis por fotometría de masas y espectrofotometría UV/VIS.

Espectrometría de masas: De acuerdo con el análisis las tres fracciones tienen un ion molecular (M^+ de 536.43 con un fragmento de m/z 444 correspondiente al $M-92$ del tolueno; siendo el PM calculado del β -caroteno de 536.89 g. Esta información solo permite afirmar que las fracciones son miembros de los isómeros *cis-trans* del β -caroteno.

Espectrofotometría UV/VIS: Los residuos obtenidos después de la evaporación se disolvieron en hexano y se les determinó el espectro de absorción en el Cary 2200. Determinándose las longitudes de onda de máxima absorción (Tabla 2), las cuales se corresponden con los datos de la literatura para los isómeros del β -caroteno.

TABLA 2
Máximos de absorción del β -caroteno y sus isómeros *cis* en hexano

Isómero	Fracción #	λ_{max} (nm)	Pico (<i>cis</i>)
<i>Todo-trans</i>	9	478 450 424	340
13 <i>cis</i>	6	467 442 422	336
9 <i>cis</i>	10	472 444 420	338
15 <i>cis</i>		462 436 418	336

Con estos resultados se corroboran el patrón de elución así como la identidad de las diferentes fracciones como el 13 *cis*, *todo-trans* y el 9 *cis* β -caroteno.

En la Fig. 2 se observa que todos los isómeros tienen una desviación hacia longitudes de onda menores a las del *todo-trans* β -caroteno, tal como lo han informado diferentes investigadores. Por otra parte, se evidencia la presencia del llamado pico *cis* en el área de 335-340 nm, el cual es más alto a medida que la longitud de la cadena se reduce por el pliegue de la molécula, como consecuencia del cambio en la configuración del doble enlace entre los carbonos 13-14 ó 9-10; siendo la mayor altura para el isómero 15 *cis* β -caroteno.

Curva patrón: En la Fig. 3 se observan las curvas patrón preparadas utilizando el β -caroteno Sigma tipo IV, graficando altura o área de los picos contra la concentración, aplicando regresión se obtuvo la pendiente, el punto de intersección y el factor de correlación r .

Análisis de Muestra: En el cromatograma de la Fig. 4 los tiempos de retención, corresponden al 13 *cis*, *todo-trans* y 9 *cis* β -caroteno respectivamente. Los cálculos dan como resultado que la muestra de zanahoria contiene 22,13 mg % de *todo-trans* β -caroteno.

FIGURA 2
Espectros de absorción del β -caroteno y sus isómeros

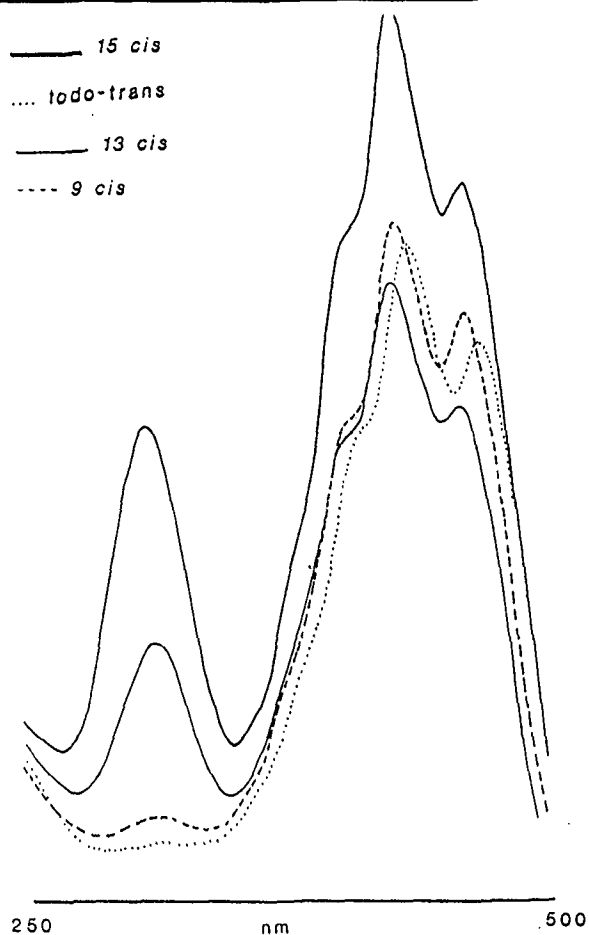


FIGURA 3
Curvas patrón de *todo-trans* β -caroteno

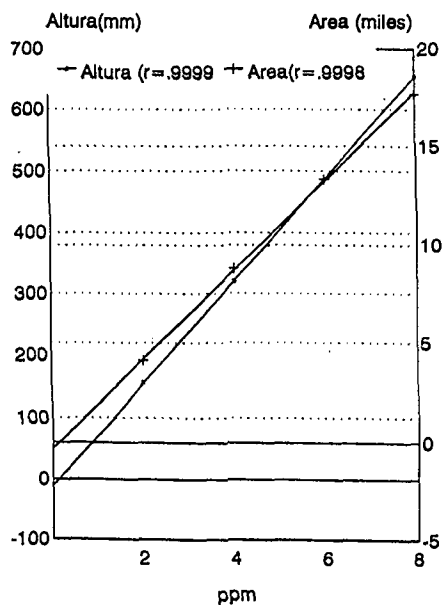
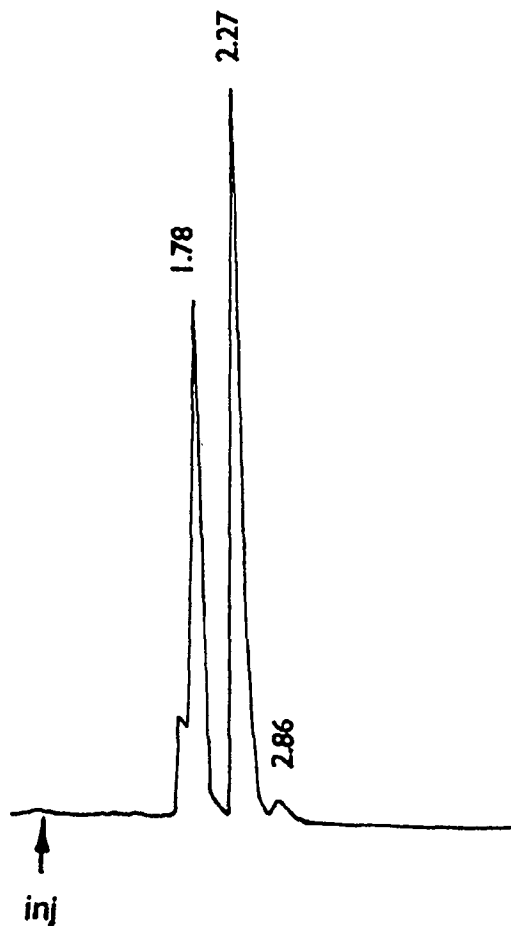


FIGURA 4

Cromatograma de la muestra de zanahoria. Columna 250x3.9 mm $\text{Ca}(\text{OH})_2$, λ : 450 nm, fase móvil: 1% acetona/hexano, Atn. 32, flujo: 1 ml/min, 10 μl muestra



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El patrón de elución de los diferentes isómeros del β -caroteno es 13 *cis*, *todo-trans* y 9 *cis* β -caroteno; dependiendo los tiempos de retención del tipo de columna usada (analítica o preparativa).
2. Los espectros de absorción UV/VIS, así como el patrón de fraccionamiento presentan características definidas para cada isómero en estudio, permitiendo de esta manera su identificación.
3. Se recomienda realizar análisis de mayor número de muestras, determinar la sensibilidad del método, y la utilización de factor de respuesta para los cálculos o la búsqueda de un patrón de referencia, en vista de la dificultad en la obtención de los isómeros 13 y 9 *cis* comercialmente en forma estable.
4. Este método por cromatografía líquida (HPLC) podría ser utilizado para calcular con mayor precisión el contenido de vitamina A de aquellos productos alimenticios que sean fuentes de β -caroteno, evitándose de esta manera la sobreestimación del contenido de vitamina A presente en estos productos, lo cual es

de suma importancia para la elaboración de las Tablas de Composición de Alimentos.

REFERENCIAS

- Bauernfeind JC. «Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds». *J. Agric. Food Chem* 20:456, 1972.
- Bauernfeind JC., Adams CR., Marusich WL. In «Carotenoids as colorants and vitamin A precursor». Ed. by JC Bauernfeind. Academic Press New York. 1981.
- Fiksdahl A., Mortensen JT. and Liaaen-Jensen S. High pressure liquid chromatography of carotenoids. *J. Chromatogr.* 157:111-117, 1978.
- Stewart I. and Wheaton TA. Continuous flow separation of carotenoids by liquid chromatography. *J. Chromatogr.* 55:325-336, 1971.
- Stewart I. «Provitamin A and carotenoid content of citrus juices». *J. Agric. Food Chem.* 21(5):1132-1137, 1977.
- Reeder SK., and Park G.L. «A specific method for the determination of provitamin A carotenoids in orange juice». *J.A.O.A.C.* 55(3):595, 1975.
- Iriyama K., Yoshiura M. and Shirati M. «Micro-method for the qualitative and quantitative analysis of photosynthetic pigments using high-performance liquid chromatography». *J. Chromatogr.* 154:302-305, 1978.
- Fisher JF. and Rouseff RL. «Solid phase extraction and HPLC determination of β -cryptoxanthin and α and β -carotene in orange juice». *J. Agric. Food Chem.* 34:985-989, 1986.
- Khachik F., Beecher GR. and Whittaker NF. «Separation, identification and quantification of the major carotenoid and chlorophyll constituents in extracts of several green vegetables by liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 34:603-616, 1986.
- Zakaria M., Simpson K., Brown PR., Krstulovic A. Use of reverse phase high performance liquid chromatography analysis for the determination of provitamin A carotenes in tomatoes». *J. Chromatogr.* 176:109-117, 1979.
- Tangney CC. «Individual carotenoid determinations in human plasma by high performance liquid chromatography». *J. Liq. Chromatogr.* 7(13):2611-2630, 1984.
- Quackenbush FW. and Samlidge RL. «Nonaqueous reverse phase liquid chromatographic system for separation and quantification of provitamins A». *J.A.O.A.C.* 69(5):767-772, 1986.
- Hart DJ. and Scott KJ. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem.* 54:101-110, 1995.
- Nells HJF. and De Leenheer AP. «Isocratic non aqueous reverse phase liquid chromatography of carotenoids». *Anal. Chem.* 55:270-275, 1983.
- Wagner LA. and Warthensén JJ. Stability of spray-dried encapsulated carrot carotenes. *J. Food Sci.* 60(5):1048-1053, 1995.
- Bryant JD., McCord JD., Unlu LK. and Erdman J.W. Isolation and partial characterization of α and β -carotene containing carotenoprotein from carrot (*Daucus carota* L.) root chromoplasts. *J. Agric. Food Chem.* 40:545-549, 1992.
- Vechi VM., Englert G., Maurer R. and Meduna V. «Separation and characterization of the cis-isomers of β -carotene». *Helv. Chim. Acta* 64:2746-2758, 1981.
- Tsukida K., Saiki K., Takii T. and Koyama Y. «Separation and determination of cis-trans β -carotenes by high-performance liquid chromatography». *J. Chromatogr.* 245:359-364, 1982.
- Bickoff EM., White LM, Bevenue A. and Williams KT. «Isolation and spectrophotometric characterization of four carotene isomers». *J.A.O.A.C.* 31(3):632-646, 1948.
- Jones FT. and Bickoff EM. Crystalline characteristics of four carotenoids. *J.A.O.A.C.* 31(4):776-781, 1948.
- Moss GP. and Weedon BCL. Chemistry of carotenoids. In: *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments.* TW. Goodwin 2nd. Ed. Vol. 2 p.210. Academic Press London N.M., 1976.
- Zechmeister L. and Polgar A. «Cis-trans isomerization and spectral characteristics of carotenoids and some related compounds». *J. Am. Chem. Soc.* 65:1522-1528, 1943.
- Polgar A. and Zechmeister L. «Isomerization of β -carotene. Isolation of a stereoisomer with increased adsorption affinity». *J. Am. Chem. Soc.* 64:1856-1861, 1942.

Recibido: 02-08-1995

Aceptado: 15-02-1996

Notas

Premio 1997 en honor de Fred L. Soper (1893-1976) para trabajos publicados en el campo de la Salud Interamericana

Por la presente se anuncia el Premio 1997 en honor de Fred L. Soper, Director que fue de la Organización Panamericana de la Salud (Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud) de 1947 a 1959, y se solicita la presentación a concurso de candidaturas.

Además de los servicios prestados en la OMS/OPS, el Dr. Soper desempeñó un importante papel en la lucha contra la fiebre amarilla y otras enfermedades infecciosas en el Brasil, como parte de su trabajo con la Fundación Rockefeller en los años treinta y cuarenta, así como en la lucha contra el tifo en el Africa septentrional e Italia durante la segunda guerra mundial. El Dr. Soper fue una de las figuras más destacadas del siglo en el campo de la salud interamericana.

Este premio se concede cada año al autor o autores de una contribución científica original que aporta nueva información o nuevas ideas sobre el amplio campo de la salud pública, con especial hincapié en América Latina y el Caribe. Este trabajo podrá tratarse de un informe basado en el análisis de nuevos datos, obtenidos mediante estudios experimentales o de observación, o bien un análisis novedoso de datos que ya existen. Se concede prioridad a los estudios que abarcan más de una disciplina y a los trabajos relacionados con las enfermedades infecciosas, uno de los principales campos de interés del Dr. Soper durante toda su vida.

Sólo pueden acceder a concurso los trabajos ya publicados en revistas científicas que figuran en el Index Medicus o en las revistas oficiales de la Organización Panamericana de la Salud. Además, este premio sólo se concede a contribuciones de autores cuya principal vinculación es a instituciones docentes, de investigación o de servicio ubicadas en países de América Latina y el Caribe (incluidos los Centros de la Organización Panamericana de la Salud).

El Fondo del Premio es administrado por la Fundación Panamericana de la Salud y Educación, la cual recibe contribuciones voluntarias asignadas con este fin y las deposita en un fondo aparte. El premio consiste en un diploma y un monto de EUA \$1.000 dólares. Un Comité del Premio, integrado por representantes nombrados por la OPS y la PAHEF, designa al ganador o ganadores del premio; la selección final la realiza el Directorio de PAHEF.

Pueden concursar al Premio Fred L. Soper trabajos presentados por sus autores o en nombre de ellos. A efectos del Premio 1997, sólo podrán concursar trabajos publicados durante el año 1996; todos los trabajos presentados a concurso tienen que haberse recibido a más tardar el 31 de marzo de 1997 en la siguiente dirección:

Secretario Ejecutivo
PAHEF
525 23rd Street N.W.
Washington, DC 20037, EUA.

Nuevos Libros

«Nutrición y Salud» Editores Manuel Ruz O., Héctor Araya L., Eduardo Atalah S. y Delia Soto A. Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago. 454 páginas. 1996.

Sur América: US \$ 45,00 Centro y Norte América: US \$ 50,00

Los profesionales que trabajan cotidianamente en el área de la nutrición, alimentación y ciencias afines requieren de una información actualizada en las diferentes temáticas que comprende la disciplina. Conscientes de esta necesidad, los académicos del Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, han asumido el compromiso de responder a estas necesidades a través de la entrega de este libro que contiene una información actualizada de la investigación nutricional desarrollada en los últimos años en sus aspectos básicos, clínicos y de salud pública. Los temas que incluye esta publicación son en gran medida una expresión de la experiencia académica de sus autores y fueron abordados considerando la actual situación alimentaria-nutricional de la población chilena.

El libro está conformado en cuatro secciones: nutrición básica, que comprende el análisis de la fisiología y necesidades de los nutrientes y energía, nutrición y alimentación en distintas etapas de la vida, nutrición clínica, que enfatiza los aspectos de diagnósticos y tratamiento de patologías relacionadas con la nutrición y una sección de nutrición y salud pública, que analiza la situación actual como las acciones tendientes para resolver los problemas nutricionales de la población chilena.

Nutrición y salud está concebido principalmente para que sea utilizado por los profesionales que se desempeñan en el área de la nutrición y alimentación. Servirá también como texto de estudio para los alumnos de pregrado de las carreras de la salud y áreas relacionadas. Por otra parte, constituirá una ayuda valiosa para aquellos profesionales que desarrollen actividades de perfeccionamiento académico en el área, tales como cursos de post-título y programas de Magister o especialización.

TEMARIO

NUTRICION BASICA

- Energía / J. Araya y G. Vera
- Proteínas / H. Araya
- Lípidos / J. Araya
- Vitaminas / N. Pak y G. Vera
- Calcio, Fósforo, Magnesio y Hierro / G. Vera
- Zinc, Cobre, Selenio y Yodo / M. Ruz
- Fibra dietética / N. Pak
- Nutrición y Stress Oxidativo / H. Araya
- Evaluación del Estado Nutricional / E. Díaz

NUTRICION Y ALIMENTACION EN DISTINTAS ETAPAS DE LA VIDA

- Alimentos / M. Alviña
- Alimentación del Lactante / A. Rebolledo y P. Bustos
- Alimentación del Preescolar y Escolar Menor / M. Alviña
- Alimentación del Adolescente / A. Mateluna
- Nutrición y Alimentación del Adulto / A. Arteaga
- Nutrición, Embarazo y Lactancia / E. Atalah
- Nutrición y Alimentación del Anciano / D. Soto, L. Cariaga y MC. Gaete

NUTRICION CLINICA

- Desnutrición del Adulto / A. Arteaga
- Nutrición y Obesidad / A. Arteaga
- Nutrición y Diabetes / A. Arteaga
- Nutrición y Enfermedades Cardiovasculares / A. Arteaga
- Soporte Nutricional en Insuficiencia Hepática / F. Carrasco
- Manejo Nutricional del Paciente con Insuficiencia Renal V. Charlín y F. Carrasco
- Nutrición Enteral / V. Charlín
- Nutrición Parenteral / V. Charlín
- Regímenes Básicos y Prescripción Dietética / L. Cariaga y D. López

NUTRICION EN SALUD PUBLICA

- Nutrición y Cáncer / E. Atalah
- Situación Nutricional en Chile / E. Atalah y H. Amigo
- Programas Alimentarios / E. Atalah
- Metas Nutricionales / H. Araya y A. Arteaga

ANEXOS

- Anexo I
Requerimientos y Recomendaciones de Energía.
- Anexo II
Ingesta Recomendada de Proteínas
- Anexo III
Ingesta Recomendada de Vitaminas y Minerales
- Anexo IV
Tablas de Peso y Talla para individuos entre 0 y 18 años de Edad.
- Anexo V
Tablas de peso aceptable para Adultos.

Informaciones y Pedidos

Departamento de Nutrición.
Facultad de Medicina, Universidad de Chile
Independencia 1027, Santiago, Chile
Teléfono: 678.6130 - Fax: 735.5581

Información para los autores

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los *Trabajos de Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de las poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. La elaboración de los manuscritos se regirá de acuerdo a las siguientes normas:
 - papel tamaño carta (21,5 x 28 cm)
 - a máquina o procesador de palabras (Microsoft Word o Word Perfect en diskettes de 3.5)
 - a doble espacio
 - hojas numeradas
 - máximo 18 hojas
 - por triplicado

Los manuscritos que no cumplan con estas condiciones serán devueltos al autor.

2. Los trabajos serán remitidos a los Editores de la revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los trabajos pueden ser redactados en español, inglés, portugués o francés según la preferencia del autor.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. Título

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. Resumen en el idioma original del artículo

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. Introducción

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. Material y Métodos

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de su uso general.

5. Resultados

Estos se presentarán en lo posible en Tablas y/o Gráficas que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

- a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.
- b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto marginal. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.
- c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.
- d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.
- e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.
- f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.
- g) En cada columna se indicará claramente la medida usada por ej. mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.
- h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráfica.

6. Discusión

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de **Resultados y Discusión**. Lo expresado en los incisos a) y h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. Resumen en inglés

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. El título del trabajo también debe redactarse en inglés. Si el trabajo original es en inglés, el resumen debe presentarse en español, así como el título del trabajo también en este idioma.

8. Agradecimiento (si lo hubiere)

9. Citas bibliográficas y Referencias bibliográficas

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la sección Referencias bibliográficas, al final del trabajo, se aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

- a) De revistas:
Liendo Coll, P & JM Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. Arch Venez Nutr 5:39-50, 1954.
- b) De libros:
Gómez P, F Silvio & R Gámora. Los Aminoácidos en alimentos. Caracas, Ed Futura, 1972, p.30.
- c) De libros sin autor individual:
Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed. Washington, DC, The Association, 1975, p. 30.
- d) De un artículo o capítulo de un autor(es) consignado en un libro publicado por casa editora:
Hoskins, WG & M Charles. Macaroni production. En: The Chemistry and Tecnology of Cereals as Food and Feed. SA Matz (Ed.). Westport, Conn, The Avi Publishing Co. 1959, p. 274-320.
- e) De citas de compendios:
Krebs, HA & K Henseleit. Urea formation in animal body. Z Physiol Chem, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en Chem Abst 26: 5624, 1923).

10. *Notas al pie de la página*

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. *Abreviatura y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de la del idioma original del artículo, por ej. DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. *Nomenclaturas*

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán calorías (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. *Resultados numéricos*

Al consignar números se usará la coma (,) para indicar decimales, p. ej. 35,7; 389,9; y el punto (.) para indicar miles, millones, etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US \$3.00 por página de 50 separatas. El autor(es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La Revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de SLAN ha creado un cargo de US \$ 10,00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 15 separatas libres de costo.

Information to authors

A. CONTRIBUTIONS TO THE «ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION» (ALAN)

ALAN publishes Editorials, General Articles, Research and Applied Nutrition Papers and Letters to the Editor. To be accepted, written contributions must discuss nutrition-related topics such as human or animal nutrition, food science and technology, or socioeconomic issues, of an anthropologic or cultural nature, as related to human nutrition.

1. *General Articles* are critical reviews about a topic of interest in the field of nutrition or related sciences, or general discussions containing the author's own criteria or practical applied recommendations supported by valid arguments.
2. *Research Papers* describe results obtained from experimental studies performed and from which valid conclusions may be inferred.
3. *Papers on Applied Nutrition* are concerned with implementation of research-based measures that seek to improve the nutritional status of populations.
4. *Letter to the Editor* are short notes, maximum 3 pages long, on topics of general interest or critical observations about an article published in ALAN.

B. STANDARDS FOR MANUSCRIPTS

1. Manuscripts should be submitted according to the following standard rules:

- letter-size paper (21.5 x 28 cm)
- type or printed
- double-spaced
- numbered pages
- maximum 18 pages
- in triplicate

Manuscripts that do not meet the above standards will be returned to their authors.

2. Papers must be addressed to the Editors of ALAN after a careful review by the author.
3. Papers may be written in Spanish, English, Portuguese or French, according to the author's language of preference.
4. In order to expedite editorial work, a 3.5 disk copy (Microsoft Word or Word Perfect) of the paper is welcome in addition to the three hard copies requested above.

C. HOW THE MANUSCRIPT SHOULD BE ORGANIZED

The following order is recommended:

1. Title

The first page of the manuscript must contain the paper's complete title in capital letters; the author's name and surname and the name of the sponsoring or work institution, where the first letter must be in capitals and the rest, small. (On the next page, authors will identify themselves, stating their title and/or position).

2. Summary in original language

The summary should be informative, prepared on a single page free from the main text. It should describe the purpose, method, important results and conclusions.

3. Introduction

It should state the purpose or research hypothesis clearly and how it relates to nutrition or to other pertinent papers. Long literature reviews should be avoided.

4. *Material and Methods*

Material descriptions should be concise. When techniques or procedures used have been published they should be mentioned, and a detailed description should only be given when there is a substantial variation from the original method or technique. Where local or regional terms are used, an explanation should follow giving the scientific name or a widely accepted term.

5. *Results*

Wherever possible results should be presented in a tabulated or graphical form, backed by pertinent statistical calculations. Data should be presented in a manner that will facilitate result interpretation and avoid repetition. Text subdivisions are to be headed by subtitles.

- a) Graphs and illustrations are to be presented plainly, on shiny photographic paper, with author's name and pertinent number on the back. Where needed, the upper and lower sides of the graph or photograph should be identified.
- b) Drawings or sketches must be done with black ink on quality paper. Graph location must be given in each case with a pencil note on the margin. Symbols must be shown as part of the graph.
- c) Axes (coordinates) on graphs and/or illustrations must include key indications of the phenomena they represent as well as of measuring units.
- d) Each graph or illustration must be identified by its respective legend and include the necessary interpretation data.
- e) All tables must be numbered according to the order they appear in the text and must be presented on separate pages.
- f) Each table must bear a brief title clearly describing its contents. Notes to the tables must be given as footnotes, identified by means of small consecutive letters added as a post-fix above the corresponding figure or value. Column headings should be short or abbreviated and explanations should be provided in a footnote where necessary. Horizontal lines should be used minimally and vertical lines not used at all. Measures used should be shown for each column, ie: mg/g, etc. Concentrations should not be expressed as % but as g/100 ml or mg/100 ml. Statistical tests used must be clearly pointed out. Tables must include all the necessary information for interpretation.
- g) Experimental material should not be presented in a tabulated and graphic manner simultaneously.

6. *Discussion*

The discussion should be brief and keep to the significant parts of the work. The use of subtitles as headings to the different matters raised in the paper is recommended. Subject to the author's judgement, and wherever it may be appropriate, results may be discussed immediately after their expression under a general heading «Results and Discussion». Instructions given in paragraphs a) and h) are also applicable to this section.

7. *Summary in English*

When papers are submitted in Spanish, Portuguese or French, a Summary in English and the paper's Title in English must also be submitted. If the original paper is written in English, then a Summary in Spanish and the paper's Title in Spanish must be submitted too.

8. *Acknowledgements (If any)*

9. *Bibliographic Quotes and References*

Bibliographic quotes are shown by Arabian numbers in the text, in parenthesis and order of appearance, not by authors' alphabetical order.

References, at the end of the paper, will be presented in the same manner as Quotes above and according to the following examples:

- a) From Journals or Magazines: Liendo Coll, P & JM Bengoa. Calorie requirements of the Venezuelan population. Arch Venez Nutr 5:39-50, 1954.
- b) From Books: Gómez P, F. Silvio & R Gámora. Aminoacids in Foods. Caracas, Ed Futura, 1972, p. 30.
- c) From Books with no single author: Association of Official Agricultural Chemists. Official Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC. 15th ed Washington, D.C., The Association, 1990, p.30.
- d) From an Article or a single Chapter by one or several Authors included in a Book by a Publishing House: Hoskins, WG & M Charles. Macaroni Production. En: The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed. SA Matz (Ed.) Westport Conn, The Avi Publishing Co., 1959 p. 274-320.
- e) From Quotes in Abstracts: Krebs, HA & K Henseleit. Urea formation in animal body. Z Physiol Chem, 210:33-66, 1932 (Original not consulted; condensed in Chem Abst 26: 5624, 1932).

10. *Footnotes*

Footnotes should be kept to a minimum, but where needed footnotes are to be indicated by order of appearance in the text by means of Arabian numbers in a consecutive manner as a postfix above. (Duly identified footnotes will appear on the second page of the manuscript, after the authors' identification).

11. *Abbreviations and Acronyms*

Internationally accepted acronyms should be used (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). If unusual acronyms are used frequently in a manuscript, the full name they stand for must be given the first time they are used in the text, followed

by the acronym in parenthesis. Preferably, international acronyms should be used instead of those used in the paper's original language, such as DNA, RNA, PER, etc. Abbreviations and acronyms are not to be followed by a point: g, b, m, etc.

12. *Nomenclature*

Nomenclature as set by the International Union of Nutrition Sciences (IUNS) for vitamins and other nutrients should be used. The metric system will be used for measuring units. Units of energy may be expressed as either calories (Cal) or Joules.

13. *Numerical Results*

Upon writing numbers, a comma (,) will be used to express decimal, ie: 35,7; 389,9. And the point (.) will be used to express thousands, millions, etc.

D. REPRINTS

The cost of reprints or extra prints is \$3.00 per page per 50 reprints. Authors must advise the Editors Office the number of reprints they wish to order as soon as their paper has been accepted.

E. CHARGE PER PAGE

ALAN is a non-profit scientific publication mainly supported by donations. The Board of Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), however, established a US\$ 10.00 charge per page published to help pay for publishing expenses. The Editor's Office may consider a reduction on the charges per page following a request submitted thereto by the author(s). As soon as the invoice is paid, authors will receive 15 reprints free of charge.

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 Ciudad de Guatemala, a los Vocales representantes de Area o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Hernán L. Delgado (Presidente), Alejandro O'Donnell (Presidente Electo), Rafael Flores (Secretario), María Teresa Menchú (Tesorera), Esther Casanueva, Elizabeth Vargas de Frias, Manuel Grillo, Zayda Gotera de Prado, Héctor Araya, Olga María Amancio y Carlos Hernán Daza (Vocales).

Los Socios deben pagar una cuota anual de US \$30, que incluye la subscripción de la revista.

El órgano oficial de SLAN es la conocida revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), la cual vuelve a ser editada desde 1992 en Caracas, Venezuela. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. Virgilio Bosch, o al Editor Asociado, Dr. José Félix Chávez.

La correspondencia destinada a la SLAN debe dirigirse al Dr. Hernán L. Delgado, INCAP, Apartado Postal 1188. Guatemala, C.A. (Fax: 502-2. 736529) y la de ALAN al Apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a su número de Fax: (58-2) 2848543.

¿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.

Wendell O. Stephens

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. Hernán L. Delgado
Presidente Electo	Dr. Alejandro O'Donnell
Secretario	Dr. Rafael Flores
Tesorero	Lic. María Teresa Menchú
Vocal	Dra. Esther Casanueva
Vocal	Dra. Elizabeth Vargas de Frias
Vocal	Dr. Manuel Grillo
Vocal	Lic. Zayda Gotera de Prado
Vocal	Dr. Héctor Araya
Vocal	Dra. Olga María Amancio
Vocal	Dr. Carlos Hernán Daza
Presidente Saliente	Dr. Eleázar Lara Pantin

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	Dr. Virgilio Bosch Román
Editor Asociado	Dr. José Félix Chávez Pérez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1995 - 1997

Dr. Juan de Dios Alvarado	Dra. María L. P. Martín de Portela
Dr. Héctor Araya	Dr. Julio Sergio Marchini
Dr. Manuel Amador	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Jaime Ariza M.	Dr. Manolo Mazariegos
Dr. José María Bengoa	Dr. Luis A. Mejía
Lic. Adriana Blanco M.	Dr. Rafael Monge R.
Dr. Héctor Bourges R.	Dra. Josefina Morales
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Santiago Muzzo
Dr. Jesús Bulux	Dra. Nelly Pak
Dr. Benjamín Caballero	Dra. Myriam Puig A.
Dr. Germán Camejo	Dra. María Ester Río
Dra. Sara J. Closa	Dra. María Elena Sambucetti
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Nora Slobodianik
Dr. Omar Dary	Dr. Noel W. Solomons
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Benjamín Torún
Dr. Juan I. Egaña	Dr. Ricardo Uauy D.
Dra. Patricia R. de Ferrer	Dr. Helio Vannucchi
Dra. Marisa Guerra M.	Dra. Mirtha E. Valencia
Dr. Werner G. Jaffé	Dr. Mauro Valencia J.
Dra. Gladys Henríquez P.	Dr. Tomás Walter
Dra. Elena Hurtado	Dra. Carolyn Jane Wyatt
Dr. Miguel Layrisse	Dr. Enrique Yáñez S.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Contenido

	Páginas
ARTICULOS GENERALES	
Regulación de la expresión génica por nutrimentos. Nimbe Torres, Héctor Bourges y Armando R. Tovar.....	89
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Estado nutricional de escolares rurales de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. María Cristina Durán Santana, Rodolfo Ivanovic Marincovich, Julia Hazbun Game y Daniza Ivanovic Marincovich.....	97
Crecimiento en talla del lactante chileno de bajo estrato socioeconómico: 1978-1992. Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Eva Hertrampf y Tomás Walter.....	107
O leite em pó fortificado com ferro e vitamina C como medida de intervenção no combate à anemia carencial ferropriva em crianças atendidas em Unidade Básica de Saúde. Marco Antonio Almeida Torres, Kazue Sato, Yara Juliano, Suzana de Souza Queiroz.....	113
Suplementación de hierro en lactantes mapuches de la Provincia de Cautín, Chile. Edith Franco Y., Eva Hertrampf D., Julia Hazbún G., Sylvia Segú S., Juan Carlos Illanes S., Liliana Palacios S., Gabriela Figueroa P. y José Orellana C.	118
Nutritional status of institutionalised elderly in Ecuador. Denis V. Barclay, Laura Heredia, Joaquina Gil-Ramos, María-Magdalena Montalvo, Rebeca Lozano, Miguel Mena, Henri Dirren.....	122
Masa ósea en pacientes con enfermedad celiaca. Laura Leiva, Raquel Burrows, Gloria Ríos, Carmen Bergenfried, Francisco Larrain, John Wenger, Ricardo Lillo, Julio Espinoza, Hugo Pumarino y Santiago Muzzo.....	128
Competencia materna y desnutrición infantil, un instrumento para su evaluación. Susana Noemí Di Iorio y María Adelaida Rodrigo	132
Estudio biocultural de la desnutrición infantil de causa primaria en el ámbito urbano del gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Susana Ortale y María Adelaida Rodrigo	136
Ciencia de Alimentos	
Concentrado proteico de <i>Amaranthus cruentus</i>. Métodos de extracción. Propiedades funcionales. Norma G. de Luquez., Silvia Fernández., y Sara L. de Mucciarelli	143
Nutritional evaluation of a high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>) Christine J. Bergman, Daisy G. Gualberto and Charles W. Weber.....	146
Evaluación físico-química del pescado seco-salado en Venezuela. Rafael A. Bello y Arcadio Granados	154
Factores que afectan la culinaria de bistés del músculo <i>Longissimus</i> de bovinos venezolanos. Nancy Jerez-Timaure y Nelson Huerta-Leidenz.....	159
Nutrición Animal	
Efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de <i>Canavalia ensiformis</i> en pollos de engorde. Rubén E. Vargas, Moisés Castillo y Coromoto Michelangeli.....	163
LatinFoods. Composición de Alimentos	
Separación e identificación del β-caroteno y sus isómeros <i>cis</i> por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Fanny Carrillo de Padilla.....	169
NOTAS.....	174
NUEVOS LIBROS.....	175
INFORMACION PARA LOS AUTORES.....	176