

**Volumen 46. N° 3. Septiembre 1.996**

# ALAN

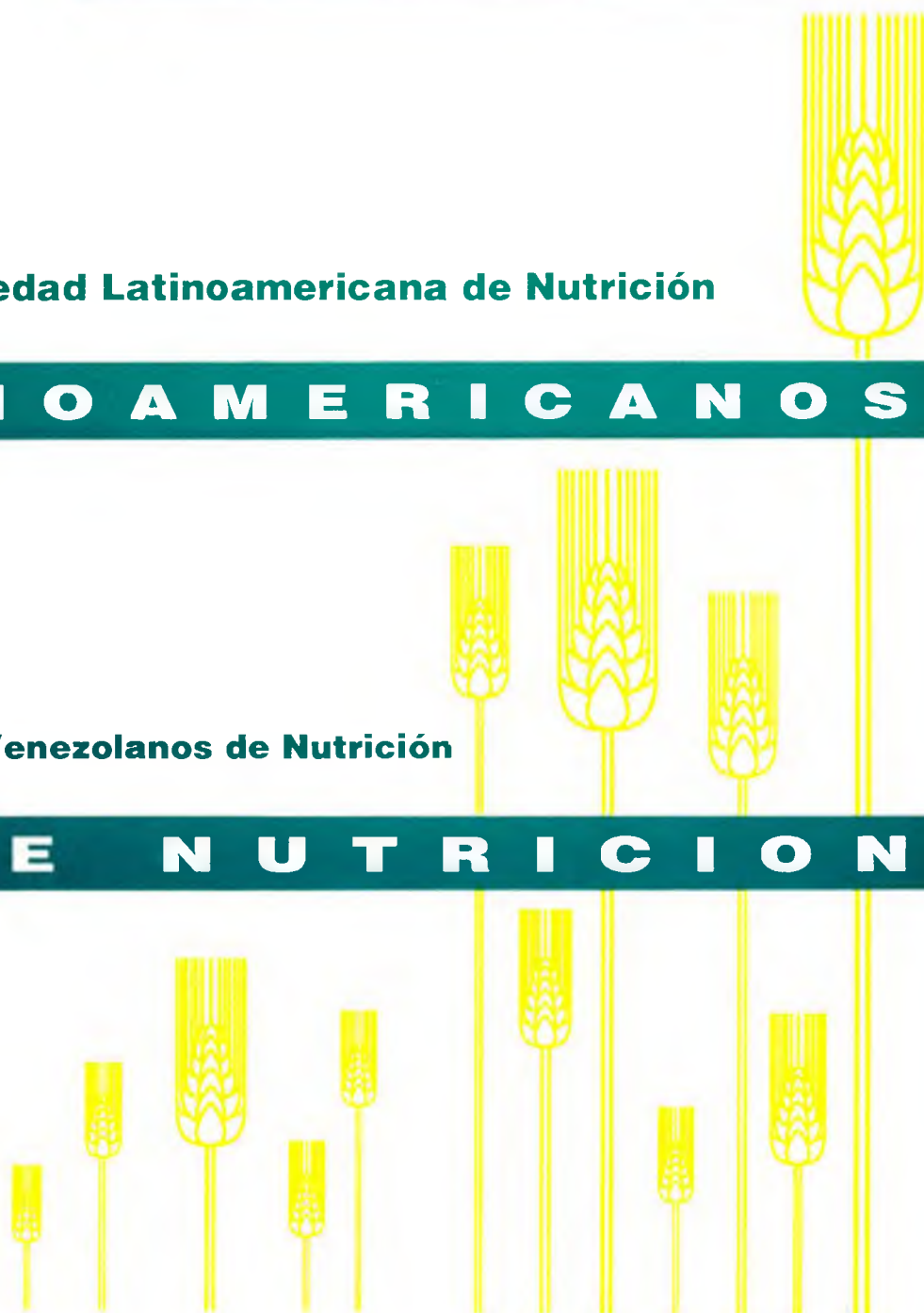
**A R C H I V O S**

**Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**

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

**Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición**

**D E N U T R I C I O N**



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


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

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

**Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

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

## **ENTIDADES PATROCINANTES**

- **Fundación CAVENDES**  
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**  
Guatemala, Guatemala C.A.
- **INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Venezuela**
- **CONICIT. Venezuela**
- **KELLOGG'S América Latina**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**
- **Fundación POLAR**
- **Protein Technologies International**  
Caracas, Venezuela
- **Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **Alimentos HEINZ, C.A.**

# Archivos Latinoamericanos de Nutricion

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 46

SEPTIEMBRE 1996

Nº 3

---

## Contenido

Páginas

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

#### Nutrición Humana

**Hábitos alimentarios de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989**..... 183  
Julia Hazbun Game, Rodolfo Ivanovic Marincovich, María Cristina Durán Santana, Daniza Ivanovic Marincovich

**Estado nutricional y composición corporal de un grupo de adultos mayores no institucionalizados del Estado Zulia, Venezuela**..... 190  
Luis Falque-Madrid, María P. Piñero-Corredor, Nelly Zambrano de Rodriguez, Jorge Quintero, Aida Souki de Gabarrón , Nelly Arias-Marquez

**Consumo de alimentos y variables bioquímicas: reflejo del estado metabólico y nutricional en un grupo de adultos mayores de vida libre en Venezuela**..... 196  
Nelly Zambrano, Jorge Quintero, Luis Falque, Aída Souki, Nelly Arias, María Piñero

#### Bioquímica Nutricional

**Niveles séricos de prealbúmina en niños desnutridos y controles con y sin infección clínica asociada**..... 203  
Inés Malavé, María A. Vethencourt, Moravia Pirela , Raimundo Cordero, Leslie Baute, Manuel Acuña , Paulino Sousa

**Efectos de la densidad energética y del nivel de grasa de las fórmulas lácteas sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía en preescolares** ..... 210  
Gloria Vera , Marcela Alviña W, Nelly Pak D, Juan Carlos Sola , Carlos Díaz, Héctor Araya L

#### Nutrición Experimental

**Interaction of zinc and vitamin A in rats receiving a regional diet of Manaus, Amazonas, Brazil. Effect of supplementation with vitamin A, zinc and zinc and vitamin A**..... 216  
Lucía K.O. Yuyama y Silvia M.F. Cozzolino

**Chemical and nutritional assessment of heifers omasum flour**..... 221  
Silvia Fernández, J. Cid, Mirta L. de Arellano, G.A. de Hauria , J. Luco , Sara L. de Mucciarelli

## Ciencia de Alimentos

**Comportamiento reológico de concentrados de tomate: efecto de la temperatura y la concentración.....** 224  
José A. Barreiro M., Aleida J. Sandoval B., Anelena Guédez , Yanina Luciani

**Caracterización sensorial del budín de lupino utilizando la metodología superficie respuesta.....** 230  
Mario Villarroel, Edith Biolley, Horacio Miranda, Emma Wittig, Marcelo Catalán

**Caracterización química, sensorial y clínica de mermelada de lupino.....** 234  
Mario Villarroel, Edith Biolley, Gladys Larenas , Emma Wittig , Verónica Díaz , Yolanda Muñoz

**Isolation and in vitro hydrolysis of lentil protein fractions by trypsin.....** 238  
Valdir A. Neves, Euclides J. Lourenço and Maraiza A. da Silva

## Nutrición Animal

**Pigmentation of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) using Aztec marigold (*Tagetes erecta*)  
extracts as the carotenoid source.....** 243  
E.J. Vernon-Carter, J.T. Ponce-Palafox, R. Pedroza-Islas.

## LatinFoods. Composición de Alimentos

**Reevaluación del contenido de hierro en algunos alimentos mexicanos.....** 247  
Josefina Morales de León , Héctor Bourges, Rocío Rullán, Mary Carmen Castillo, Carmen Graciela Uribe

**Contenido de nutrientes minerales en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas II:  
Composición en elementos minerales.....** 250  
Sara Josefina Closa , María C. de Landeta, Daniel A. Andérica , Daniel O. Larroquette, Blanca Alzogaray

**Relaciones entre la composición nutricional y parámetros anatómicos en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench).....** 253  
Teresa Elizabeth Torres Cepeda, María Guadalupe Alanis Guzmán, Ratikanta Maiti.

**NUEVOS LIBROS.....** 260

**INFORMACION PARA LOS AUTORES.....** 261

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 46

SEPTEMBER 1996

Nº 3

---

### Contents

	Pages
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>Human Nutrition</b>	
<b>Food habits of rural school children from Chile's Metropolitan Región. A comparative study. 1989.....</b>	183
Julia Hazbun Game, Rodolfo Ivanovic Marincovich, María Cristina Durán Santana, Daniza Ivanovic Marincovich	
<b>Nutritional status and body composition of a group of elderly free-living people in Zulia State, Venezuela.....</b>	190
Luis Falque-Madrid, María P. Piñero-Corredor, Nelly Zambrano de Rodriguez, Jorge Quintero, Aida Souki de Gabarrón, Nelly Arias-Marquez	
<b>Food intake and biochemical indicators: overall nutrition and metabolic status in a group of free-living elderly in Venezuela.....</b>	196
Nelly Zambrano, Jorge Quintero, Luis Falque, Aída Souki, Nelly Arias, María Piñero	
<b>Biochemical Nutrition</b>	
<b>Serum levels of prealbumin in undernourished children and controls with or without associated clinical infection.....</b>	203
Inés Malavé, María A. Vethencourt, Moravia Pirela, Raimundo Cordero, Leslie Baute, Manuel Acuña, Paulino Sousa	
<b>Effect of energy density and the fat level of cow's milk formula on subsequent food and energy intakes in preschool children.....</b>	210
Gloria Vera, Marcela Alviña W, Nelly Pak D, Juan Carlos Sola, Carlos Díaz, Héctor Araya L	
<b>Experimental Nutrition</b>	
<b>Interaction of zinc and vitamin A in rats receiving a regional diet of Manaus, Amazonas, Brazil. Effect of supplementation with vitamin A, zinc and zinc and vitamin A.....</b>	216
Lucía K.O. Yuyama y Silvia M.F. Cozzolino	
<b>Chemical and nutritional assessment of heifers omasum flour.....</b>	221
Silvia Fernández, J. Cid, Mirta L. de Arellano, G.A. de Hauria, J. Luco, Sara L. de Mucciarelli	

## Food Science

<b>Rheological behavior of tomato concentrates: Effect of temperature and concentration.....</b>	224
José A. Barreiro M., Aleida J. Sandoval B., Anelena Guédez , Yanina Luciani	
<b>Sensory characterization of lupin pudding using surface response methodology.....</b>	230
Mario Villarroel, Edith Biolley, Horacio Miranda, Emma Wittig, Marcelo Catalán	
<b>Chemical, sensory and clinical characterization of lupin marmalades.....</b>	234
Mario Villarroel, Edith Biolley, Gladys Larenas , Emma Wittig , Verónica Dfáz , Yolanda Muñoz	
<b>Isolation and in vitro hydrolysis of lentil protein fractions by trypsin.....</b>	238
Valdir A. Neves, Euclides J. Lourenço and Maraiza A. da Silva	
<b>Animal Nutrition</b>	
<b>Pigmentation of Pacific white shrimp (<i>Penaeus vannamei</i>) using Aztec marigold (<i>Tagetes erecta</i>) extracts as the carotenoid source.....</b>	243
E.J. Vernon-Carter, J.T. Ponce-Palafox, R. Pedroza-Islas.	
<b>LatinFoods. Food Composition</b>	
<b>Reevaluation of the iron content in some Mexican foods.....</b>	247
Josefina Morales de León , Héctor Bourges, Rocío Rullán, Mary Carmen Castillo, Carmen Graciela Uribe	
<b>Nutrient content in raw and processed foods derived from cereals and legumes II: Mineral composition.....</b>	250
Sara Josefina Closa , María C. de Landeta, Daniel A. Andérica , Daniel O. Larroquette, Blanca Alzogaray	
<b>Relations between nutritional composition and anatomical parameter in sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench).....</b>	253
Teresa Elizabeth Torres Cepeda, María Guadalupe Alanis Guzmán, Ratikanta Maiti.	
<b>NEW BOOKS.....</b>	260
<b>INFORMATION TO AUTHORS.....</b>	261

## Hábitos alimentarios de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989<sup>1,2</sup>

Julia Hazbun Game<sup>3</sup>, Rodolfo Ivanovic Marincovich<sup>4</sup>, María Cristina Durán Santana<sup>5</sup> y Daniza Ivanovic Marincovich<sup>6</sup>

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

**RESUMEN.** El propósito de este trabajo fue investigar los hábitos alimentarios de una muestra representativa de 651 escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile y efectuar un estudio comparativo entre el período 1986-1987 y 1989. Los hábitos alimentarios se definieron como la frecuencia de consumo de los alimentos expresados en días por semana y se determinaron mediante un cuestionario administrado individualmente al alumno, por los investigadores. El nivel socioeconómico (NSE) se midió a través de la Escala de Graffar Modificado. El análisis estadístico incluyó el cálculo del chi-cuadrado, análisis de varianza y «t» de Student. En general, el año 1989 se observó una disminución en la frecuencia de consumo de la mayoría de los alimentos, al compararla con el período 1986-1987. Los alimentos más consumidos (sobre el 90%), fueron el pan y las papas. En un porcentaje no menos importante, entre el 70-90% de los estudiantes consumía leche, yoghurt, carne, huesos (cazuela), ave, huevos, porotos, cebolla repollo, zapallo, lechuga, plátanos, naranjas, manzanas, uvas, galletas, fideos, arroz, aceite, mantequilla, bebidas y jugos, dulces, azúcar y chocolates y, los más rechazados, queso (69,3%), rábanos (62,2%), mariscos (59,4%) y garbanzos (48,8%). Los hombres presentaron una frecuencia de consumo significativamente mayor de porotos, garbanzos ( $p<0,05$ ), lentejas y acelgas ( $p<0,01$ ), en comparación con las mujeres, pero éstas registraron una frecuencia de consumo significativamente mayor para manzanas, galletas, aceite ( $p<0,05$ ), cebollas y dulces ( $p<0,01$ ). Con la edad, disminuyó la frecuencia de consumo de numerosos alimentos, especialmente de leche, pescados y pan ( $p<0,01$ ). No se registraron diferencias significativas en la frecuencia de consumo de los alimentos según NSE. Estos resultados se consideran importantes para la implementación del Programa de Alimentación Escolar (PAE) y de la enseñanza de la nutrición en el Sistema Educacional Chileno.

**SUMMARY.** Food habits of rural school children from Chile's Metropolitan Region. A comparative study. 1989. The objective of this study was to investigate the food habits of a representative sample of 651 rural school-age children from Chile's Metropolitan Region and to carry out a comparative study between 1986-1987 and 1989. Food habits were defined as the frequency of consumption of foods expressed as days per week and were determined through a questionnaire administered to school-age children by the investigators and were compared with Model Allowance, established by Chile's Ministry of Health. Socioeconomic status (SES) was measured through Graffar's modified method. Statistical procedures included analysis of variance and student «t» test for comparison of the means. The frequency of consumption of most food decreased in 1989 compared with 1986-1987. Most consumed foods (above 90%) were bread and potatoes and between 70-75% of the school-age children consumed milk, meat, yoghurt, poultry, eggs, beans, onions, cabbage, squash, lettuce, bananas, oranges, apples, grapes, biscuits, spaghetti, rice, oil, butter, carbonated beverages and juices, candies, sugar and chocolate. Foods most disliked were fresh cheese (69.3%), radish (62.2%), shellfish (59.4%) and chickpeas (48.8 %). Males presented a frequency of consumption of beans, chickpeas ( $p<0.05$ ), lentil and chard swiss ( $p<0.01$ ) significantly higher than females, but these last ones registered a frequency of consumption of apples, cookies, oil ( $p<0.05$ ), onions and candies ( $p<0.01$ ) significantly higher than males. The frequency of consumption of most foods, especially milk, fish and bread ( $p<0.01$ ) decreased with age. SES had no effect on food habits of the school-age children. These results could be useful in the School Feeding Program (PAE) and in nutrition education related to school population.

### INTRODUCCION

Los hábitos alimentarios de la población escolar están determinados por una serie de factores sociales, históricos, geográficos, religiosos y económicos, inherentes a cada comunidad. Es así como en cada sociedad, el consumo de alimentos está condicionado y limitado por una serie de reglas, restricciones, atracciones y aversiones, significados y creencias, que se interrelacionan con otros aspectos de la vida social (1).

En Chile, los planes y programas de estudio de la Educación General Básica contemplan de manera preponderante dentro de sus objetivos, la adquisición de hábitos y actitudes sociales por parte del escolar, al mismo tiempo que numerosos objetivos apuntan a la internalización de una serie de conocimientos, aptitudes, actitudes y valores, en el campo de la alimentación y nutrición (2). Por otra parte, se ha descrito que los hábitos alimentarios tienen un impacto significativo en la observación de un estado de salud adecuado (3).

- 1 Financiado mediante Grant 0818/1988 del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) y S 2169-924F del Departamento Técnico de Investigación (DT) de la Universidad de Chile.
- 2 Presentado 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 Nutricionista. Extractado de una tesis como parte de los requisitos para la obtención del Grado de Magister en Ciencias de la Nutrición con Mención 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 Médico Cirujano. Magister en Ciencias de la Nutrición con Mención en Planificación en Alimentación y Nutrición.
- 6 Profesor Asociado. Jefe Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar. Universidad de Chile. INTA.

Estudios realizados tanto en Chile como en el extranjero confirman una positiva y significativa asociación entre los hábitos alimentarios y el nivel socioeconómico y sociocultural de la familia (4-9). Igualmente destacable, es el hecho que se ha verificado que los hábitos alimentarios, especialmente en lo concerniente a frecuencia de consumo, de productos lácteos se asocian directa y significativamente con el rendimiento escolar (10). Sin embargo, estos estudios han sido desarrollados fundamentalmente en población escolar urbana.

Los objetivos de este estudio fueron, primeramente, efectuar un estudio comparativo de los hábitos alimentarios de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile entre el período 1986-1987 y 1989 y, en segundo término, evaluar el impacto que sobre los hábitos alimentarios ejercen el nivel socioeconómico, sexo, edad y tipo de colegio al cual asiste el escolar.

## MATERIAL Y METODOS

**Selección de la muestra:** 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 y VII Año Básico y I 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 subvencionados (zona rural no cordillerana) y se calculó con un 95 % de confiabilidad y 5 % de error. El estudio en terreno en su primera fase, se efectuó durante el período 1986-1987 y se realizó una nueva evaluación el año 1989, luego de un período de seguimiento de 2 años. En ambas evaluaciones, los alumnos fueron encuestados durante el primer semestre de los respectivos años, en los meses de Otoño. El año 1989 se encuestó a 488 escolares que representaban el 75 % de la muestra total al inicio del estudio, ya que 22,4 % se había cambiado de colegio y 2,6 % había hecho abandono del Sistema Educacional.

**Estudio socioeconómico:** el nivel socioeconómico (NSE) se determinó mediante 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 (11). 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.

**Estudio de hábitos alimentarios:** En este estudio los hábitos alimentarios de los escolares se definieron como la frecuencia de consumo de los alimentos expresados en días por semana, y se determinaron mediante un cuestionario confeccionado para tal efecto, el cual fue aplicado individualmente al alumno por los investigadores. El cuestionario de hábitos alimentarios se estructuró en 3 partes, de acuerdo a la clasificación de los alimentos, estipulada por

UNICEF y el Ministerio de Salud de Chile (12): Alimentos Constructores (productos lácteos (leche, queso, quesillo, yoghurt), productos cárneos, huevos, legumbres, maní, almendras y nueces); Alimentos Reguladores (verduras y frutas) y Alimentos Energéticos (pan, galletas, cereales, aceite, mantequilla, margarina, bebidas o jugos, dulces, azúcar, papas y chocolates, además de productos misceláneos (té y café). En cada uno de estos grupos de alimentos se determinó la frecuencia de consumo, preferencias y rechazos. Para los resultados de la frecuencia de consumo de los alimentos se utilizó como patrón de comparación la Ración Modelo establecida por el Ministerio de Salud de Chile (13).

**Análisis Estadístico:** El análisis estadístico de los datos incluyó la prueba del chi cuadrado, análisis de varianza y «t» de Student para la comparación de las medias de la frecuencia de consumo de los alimentos (14).

## RESULTADOS

**Antecedentes socioeconómicos y evolución del marco muestral:** La situación socioeconómica, sociocultural, familiar y demográfica que presentaron los escolares durante el período 1986-1987, fue informada en un trabajo previo (15). El 9,5 % pertenecía a NSE medio, 61,9 % a medio-bajo y 28,6 % a bajo-bajo, encontrándose el año 1989, una disminución de este último estrato a 22,0 % y un aumento del nivel medio-bajo y medio a 66,6 % y 11,4 %, respectivamente. Esta mejoría en la situación socioeconómica se produjo fundamentalmente debido a progresos en los niveles de ocupación y saneamiento básico (16,17). No se encontraron escolares pertenecientes a NSE alto-alto, medio-alto y miseria, en ninguno de los períodos de realización del estudio.

**Comparación de los hábitos alimentarios entre el período 1986-1987 y 1989:** La Tabla 1 presenta el comportamiento de la frecuencia de consumo de los alimentos de los escolares rurales de la Región Metropolitana durante los períodos 1986-1987 y 1989. En general, la frecuencia de consumo de la mayoría de los alimentos fue superior durante el período 1986-1987.

**Frecuencia de consumo de los alimentos y preferencias:** En la Tabla 2 se presenta el porcentaje de consumo y de rechazo de los alimentos, al igual que algunas de las causas que motivaron el rechazo. Los alimentos consumidos por sobre el 90 % de los estudiantes fueron el pan y las papas. En un porcentaje no menos importante, entre el 70-90 % de los estudiantes, consumía leche, yoghurt, carnes, huesos (cazuela), ave, huevos, porotos, cebolla, repollo, zapallo, lechuga, plátanos, naranjas, manzanas, uvas, galletas, fideos, arroz, aceite, bebidas o jugos, mantequilla, dulces, azúcar y chocolates. Los alimentos más rechazados fueron: quesillo, mariscos, garbanzos y rábanos, los cuales eran rechazados por el 69,3 %, 59,4 %, 48,8 % y 62,2 % de los estudiantes, respectivamente. Entre las causas de rechazo de estos alimentos se observa que en el caso del quesillo, el 37,6 % de los estudiantes no lo compran, y sólo el 24,7 % no les gusta, de lo que podría deducirse que la principal causa de rechazo de este alimento es el factor socioeconómico. La situación para los mariscos, garbanzos y rábanos es diferente, ya que el porcentaje de estudiantes que no les gusta o no lo compran, es similar.

**TABLA 1**  
Frecuencia de Consumo de los alimentos en escolares del área rural durante los periodos 1986-1987 y 1989. Región Metropolitana. Chile

Alimentos	Frecuencia de consumo (días por semana)		«t» de Student
	1986-1987	1989	
<b>Grupo Constructores</b>			
Leche	4,5±2,4 (397)	4,4±2,3 (353)	1,163 NS
Queso	3,0±2,2 (287)	2,0±1,6 (274)	6,166***
Quesillo	2,4±2,2 (137)	2,1±1,9(97)	1,109 NS
Yoghurt	3,2±2,2 (373)	3,0±2,1 (390)	1,282 NS
Carnes	2,9±2,1 (340)	2,5±1,8 (370)	2,730**
Huesos (cazuela)	2,8±2,1 (357)	2,3±1,7 (341)	3,460***
Pescado	1,9±1,9 (279)	1,4±1,3 (280)	3,623***
Vísceras	2,1±2,0 (192)	1,7±1,4 (238)	2,340*
Ave	2,4±1,9 (343)	1,9±1,5 (339)	3,811***
Mariscos	1,9±2,0 (176)	1,4±1,5 (130)	2,490*
Huevo	4,1±2,1 (392)	3,3±1,9 (401)	5,614***
Porotos	2,6±1,9 (370)	2,3±1,8 (387)	2,225
Lentejas	2,1±1,8 (309)	1,9±1,6 (289)	1,436 NS
Garbanzos	2,4±2,1 (226)	2,0±1,8 (193)	2,094*
Maní, almendras, nueces	3,6±2,4 (272)	3,1±2,1 (294)	2,624**
<b>Grupo Reguladores</b>			
Acelga	2,9±2,2 (254)	2,7±1,9 (249)	1,089 NS
Cebolla	4,7±2,3 (339)	4,4±2,2 (364)	1,762 NS
Repollo	3,0±2,2 (309)	3,0±1,9 (352)	0,000 NS
Rábano	3,1±2,4 (151)	2,3±2,0 (114)	2,944**
Zapallo	4,3±2,3 (326)	3,9±2,1 (355)	2,359*
Lechuga	3,5±2,2 (330)	3,2±2,0 (364)	1,870 NS
Tomate	4,8±2,1 (383)	3,0±2,0 (315)	11,550***
Plátano	2,8±2,2 (321)	2,5±2,0 (341)	1,829 NS
Naranja	3,3±2,4 (321)	3,2±2,2 (370)	0,542 NS
Pera	3,2±2,2 (353)	2,6±1,8 (328)	3,900***
Sandía	3,2±2,2 (358)	2,6±2,0 (232)	3,414***
Melón	3,4±2,2 (340)	2,5±1,9 (217)	5,112***
Manzana	4,9±2,3 (231)	3,9±2,2 (369)	5,255***
Uva	5,2±2,2 (393)	4,0±2,3 (379)	7,393***
<b>Grupo Energético</b>			
Pan	6,4±1,6 (415)	6,6±1,4 (447)	1,944 NS
Galletas	4,2±2,2 (379)	4,0±2,2 (379)	1,249 NS
Papas	5,3±2,0 (389)	4,9±2,0 (435)	2,862**
Fideos	3,7±2,3 (390)	3,2±1,9 (420)	3,354***
Arroz	3,5±2,0 (388)	3,2±1,9 (411)	2,168*
Aceite	5,7±2,2 (379)	6,1±1,9 (404)	2,711**
Mantequilla	4,6±2,4 (328)	4,2±2,3 (344)	2,200*
Margarina	4,6±2,4 (310)	4,2±2,2 (298)	2,140*
Bebidas o jugos	4,9±2,3 (383)	4,3±2,2 (391)	3,702***
Dulces	4,7±2,3 (352)	4,3±2,3 (367)	2,327*
Azúcar	6,1±2,0 (384)	6,5±1,4 (424)	3,257**
Chocolate	3,9±2,3 (330)	3,6±2,2 (335)	1,715 NS

Nota: Los resultados están expresados como media ± desviación estándar. El número de casos en cada grupo se indica entre paréntesis.  
\* p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001; NS= no significativo.

**TABLA 2**  
Porcentaje de consumo de los alimentos y causas de rechazo en escolares del área rural. Región Metropolitana. Chile. 1989

Alimentos	Consumo	Causas de Rechazo				
		Rechazo	No le gusta	No lo compra	Le cae mal	
----- % de casos -----						
<b>Grupo Constructores</b>						
Leche	73,1 (353)	22,6 (109)	10,0	10,6	1,2	0,8
Queso	56,8 (274)	39,0 (188)	10,6	25,9	2,3	0,2
Quesillo	20,2 (97)	69,3 (334)	24,7	37,6	3,7	3,3
Yoghurt	81,0 (390)	10,8 (52)	1,5	8,9	0,2	0,2
Carnes	76,8 (370)	15,4 (74)	5,0	9,8	0,6	-
Huesos (cazuela)	70,7 (341)	19,3 (93)	10,2	8,1	1,0	--
Pescado	58,2 (280)	32,8 (158)	14,3	15,6	2,5	0,4
Vísceras	49,3 (238)	37,8 (182)	18,9	17,0	1,9	--
Ave	70,3 (339)	15,6 (80)	4,8	10,4	1,2	0,
Mariscos	26,9 (130)	59,4 (286)	28,0	27,2	1,5	2,7
Huevos	83,3 (401)	6,4 (31)	2,7	2,7	1,0	-
Porotos	80,2 (387)	11,1 (54)	6,2	3,9	1,0	-
Lentejas	60,0 (289)	30,7 (148)	12,7	16,8	0,8	0,4
Garbanzos	40,1 (193)	48,8 (235)	21,0	23,4	1,9	2,5
Maní, almendras, nueces	61,0 (294)	26,8 (129)	4,8	20,1	1,9	-
<b>Grupo Reguladores</b>						
Acelga	51,6 (249)	37,1 (179)	22,0	13,7	0,6	0,8
Cebolla	75,5 (364)	14,9 (72)	11,6	2,3	1,0	-
Repollo	73,0 (352)	17,2 (83)	6,6	8,7	1,7	0,2
Rábano	23,7 (114)	62,2 (300)	25,3	27,8	1,2	7,9
Zapallo	73,7 (355)	17,8 (86)	12,9	4,1	0,6	0,2
Tomate	65,3 (315)	22,2 (107)	6,0	16,0	-	0,2
Lechuga	75,5 (364)	16,6 (80)	4,8	10,8	0,8	0,2
Plátano	70,7 (341)	21,6 (104)	2,3	18,7	0,4	0,2
Naranja	76,7 (370)	14,9 (72)	3,3	11,6	-	-
Pera	68,1 (328)	25,1 (121)	5,2	19,1	0,4	0,4
Sandía	48,2 (232)	40,9 (197)	3,3	32,2	0,8	4,6
Melón	45,0 (217)	41,7 (201)	5,0	32,2	0,6	3,9
Manzana	76,4 (368)	10,3 (50)	3,5	6,6	-	0,2
Uva	78,7 (379)	12,0 (58)	2,3	9,3	0,2	0,2
<b>Grupo Energético</b>						
Pan	92,8 (447)	0,4 (2)	0,2	0,2	-	-
Galletas	78,7 (379)	13,2 (64)	4,1	9,1	-	-
Papas	90,1 (435)	1,0 (5)	1,0	-	-	-
Fideos	87,2 (420)	5,0 (24)	2,7	2,1	0,2	-
Arroz	85,3 (411)	6,2 (30)	4,1	1,5	0,6	-
Aceite	83,8 (404)	5,6 (27)	4,8	0,6	0,2	-
Mantequilla	71,3 (344)	21,1 (102)	2,9	17,8	0,4	-
Margarina	61,8 (298)	25,9 (125)	7,9	17,0	1,0	0
Bebidas o jugos	81,2 (391)	7,8 (38)	0,8	6,6	0,2	0,2
Dulces	76,1 (367)	13,2 (64)	4,1	7,3	1,2	0,6
Azúcar	87,9 (424)	2,9 (14)	1,7	0,8	0,4	-
Chocolate	69,5 (335)	21,0 (101)	4,4	14,3	1,7	0,6

Nota: El número de casos en cada grupo se indica entre paréntesis.

La frecuencia de consumo de los alimentos expresada en días por semana, se indica en la Tabla 3. En el grupo de los alimentos constructores, se observa que la leche sólo era consumida diariamente por un 25,9 % de los estudiantes y un 26,9 % de ellos la consumían de 1-3 días por semana. En el caso de las carnes, huesos, (cazuela), pescado, ave y huevos, éstos fueron consumidos entre 1-3 días por semana por el 49,0 %, 51,0 %, 35,7 %, 42,1 % y 49,4 % de los estudiantes, respectivamente. Cerca de la mitad de los alumnos consumía entre 1-3 días por semana porotos y lentejas (53,3 % y 41,9 % respectivamente). Respecto a las verduras y frutas, se observa que la cebolla y uvas fueron consumidas todos los días por 24,5 %, 21,2 % de los estudiantes respectivamente. Un porcentaje importante de los alumnos consumía entre 1-3 días por semana repollo (46,1 %), lechugas (45,2 %), plátanos (42,7 %), naranjas (40,9 %) y peras (45,6 %). La mayoría de los estudiantes consumían verduras y frutas todos los días. Pan, papas, aceite y azúcar fueron consumidos a diario por el 82,2 %, 36,9 %, 63,3 % y 75,7 % de los estudiantes, respectivamente. Más de la mitad de los alumnos consumían entre 1-3 días por semana fideos y arroz en un 54,4 % en ambos casos. En el caso de productos misceláneos, el 53,3 % de los estudiantes consumía té todos los días y el café era consumido entre 1-3 días por semana por el 24,1 % de los estudiantes.

**Frecuencia de consumo de los alimentos según nivel socioeconómico, tipo de colegio, sexo y edad del escolar:** La frecuencia de consumo de los alimentos no experimentó diferencias significativas según NSE, con excepción de garbanzos cuya frecuencia de consumo fue significativamente menor en el NSE medio ( $1,1a \pm 1,0(29)$ ), en comparación con el NSE medio-bajo ( $2,2b \pm 1,9(116)$ ) y el NSE bajo-bajo ( $2,1b \pm 2,1(47)$ ) ( $F= 4,126 p<0,05$ ). El consumo de productos lácteos, productos cárneos y huevos y verduras y frutas, disminuye a medida que se desciende en el NSE, a pesar que las diferencias no son estadísticamente significativas. Los alimentos que aumentan la frecuencia de consumo a medida que se desciende en el NSE fueron porotos, lentejas, garbanzos, papas y uvas. El consumo de alimentos energéticos, registró una menor frecuencia de consumo en el NSE bajo-bajo, al compararla con el NSE medio, con excepción de fideos, arroz y aceite, cuya frecuencia de consumo aumenta a medida que se desciende en el NSE, no encontrándose diferencias significativas. Por otra parte, el consumo de té y café registró una mayor frecuencia de consumo en el NSE bajo-bajo y NSE medio, respectivamente.

La Tabla 4 presenta la información referente a la frecuencia de consumo de los alimentos según tipo de colegio. Se puede observar que los estudiantes de colegios particulares subvencionados mostraron una frecuencia de consumo significativamente mayor de vísceras ( $p<0,01$ ), porotos ( $p<0,01$ ), lentejas ( $p<0,001$ ), garbanzos ( $p<0,001$ ), zapallo ( $p<0,01$ ), uvas ( $p<0,05$ ) y galletas ( $p<0,001$ ). Sin embargo, para el resto de los alimentos la frecuencia de consumo no experimentó diferencias estadísticamente significativas.

**TABLA 3**  
Frecuencia de consumo de los alimentos en escolares del área rural. Región Metropolitana. Chile. 1989

Alimentos	Días por semana			A lo lejos
	1 - 3	4 - 6	7	
— - % de casos —				
<b>Grupo Constructores</b>				
Leche	26,9	17,2	25,9	3,1
Queso	34,0	6,4	2,1	14,3
Quesillo	12,7	1,9	1,5	4,1
Yoghurt	48,8	15,6	10,0	6,6
Carnes	49,0	13,5	4,1	10,2
Huesos (cazuela)	51,0	10,6	3,1	6,0
Pescado	35,7	2,7	1,5	18,3
Vísceras	32,6	3,9	0,6	12,2
Ave	42,1	8,7	1,7	17,8
Mariscos	14,3	1,0	1,0	10,6
Huevos	49,4	21,0	10,0	2,9
Porotos	53,3	12,2	4,1	10,6
Lentejas	41,9	4,6	2,9	10,6
Garbanzos	23,7	4,8	2,3	9,3
Maní, almendras, nueces	31,7	13,9	7,9	7,5
<b>Grupo Reguladores</b>				
Acelga	30,1	11,6	4,1	5,8
Cebolla	29,7	20,1	24,5	1,2
Repollo	46,1	17,2	6,0	3,7
Rábano	12,7	4,1	1,5	5,4
Zapallo	34,0	21,2	16,8	1,7
Lechuga	45,2	19,3	8,1	2,9
Tomate	39,6	12,2	7,9	5,6
Plátano	42,7	13,7	5,8	8,5
Naranja	40,9	18,0	11,8	6,0
Peras	45,6	12,7	4,4	5,4
Sandía	27,2	7,5	4,6	8,9
Melón	24,7	8,3	3,5	8,5
Manzana	35,3	19,3	18,7	3,1
Uva	34,4	18,3	21,2	4,8
<b>Grupo Energético</b>				
Pan	5,2	4,8	82,2	0,6
Galletas	32,2	27,6	16,2	2,7
Papas	26,3	26,1	36,9	0,8
Fideos	54,4	20,3	10,0	2,5
Arroz	54,4	18,9	9,1	2,9
Aceite	10,8	8,7	63,3	1,0
Mantequilla	28,6	17,6	21,2	3,9
Margarina	25,3	16,6	17,6	2,3
Bebidas o jugos	32,4	21,6	24,9	2,3
Dulces	31,7	19,3	23,9	1,2
Azúcar	5,6	6,2	75,7	0,4
Chocolate	34,9	17,2	14,1	3,3

TABLA 4

Frecuencia de consumo de los alimentos en escolares del área rural según tipo de colegio. Región Metropolitana. Chile. 1989

Alimentos	Tipo de colegio		«t» de Student
	Municipalizados	Particulares Subvencionados	
	Frecuencia de consumo (días por semana)		
Grupo Constructores	5.2 ± 1,8 (293)	5.7 ± 1,6 (183)	3.152**
Vísceras	1,5 ± 1,2 (141)	2.0 ± 1.5 (97)	2.722**
Porotos	2.1 ± 1.7 (232)	2.7 ± 1.9 (155)	3.154**
Lentejas	1.6 ± 1.5 (166)	2.3 ± 1.8 (123)	3.491***
Garbanzos	1.6 ± 1.7 (117)	2.6 ± 1.9 (76)	3.699***
Grupo Reguladores	6.1 ± 1.4 (293)	6.3 ± 1.3 (180)	1.574 NS
Zapallo	3.7 ± 2.1 (219)	4.3 ± 2.1 (136)	2.609**
Uva	3.7 ± 2.3 (224)	4.3 ± 2.3 (155)	2.489*
Grupo Energéticos	6.9 ± 0.6 (281)	6.8 ± 0.6 (178)	1.736 NS
Galletas	3.6 ± 2.1 (227)	4.4 ± 2.2 (152)	3.523***

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

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; NS= no significativo

La influencia del sexo sobre la frecuencia de consumo de los alimentos se expone en la Tabla 5. Según podemos apreciar, los estudiantes de sexo masculino registraron una frecuencia de consumo significativamente más alta de porotos (p<0,05), lentejas (0<0,01), garbanzos (p<0,05) y acelgas (p<0,01). Por su parte, los estudiantes de sexo femenino registraron una frecuencia de consumo significativamente mayor de cebollas (p<0,001), manzanas (p<0,05), galletas (p<0,05), aceite (p<0,01) y té (p<0,02). En lo que respecta a los restantes alimentos, no se encontraron diferencias significativas.

TABLA 5

Frecuencia de consumo de los alimentos en escolares del área rural según sexo. Región Metropolitana. Chile, 1989.

Alimentos	Sexo		«t» de Student
	Masculino	Femenino	
	Frecuencia de consumo (días por semana)		
Grupo Constructores	5.5 ± 1.7 (223)	5.3 ± 1.8 (253)	1.243 NS
Porotos	2.5 ± 1.9 (176)	2.1 ± 1.7 (211)	2.157*
Lentejas	2.2 ± 1.8 (137)	1.6 ± 1.4 (152)	3.127**
Garbanzos	2.3 ± 2.0 (96)	1.7 ± 1.6 (97)	2.288*
Grupo Reguladores	5.9 ± 1.5 (219)	6.3 ± 1.2 (254)	3.161**
Acelga	3.1 ± 2.1 (114)	2.4 ± 1.7 (135)	2.844**
Cebolla	3.9 ± 2.2 (165)	4.8 ± 2.2 (199)	3.875***
Manzana	3.6 ± 2.2 (164)	4.2 ± 2.3 (204)	2.541*
Grupo Energéticos	6.8 ± 0.6 (210)	6.9 ± 0.5 (249)	1.914 NS
Galletas	3.7 ± 2.2 (178)	4.2 ± 2.1 (201)	2.249 *
Aceite	5.8 ± 2.0 (182)	6.2 ± 1.8 (222)	2.086*
Dulces	3.9 ± 2.2 (164)	4.5 ± 2.2 (203)	2.590**

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

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; NS= no significativo

La frecuencia de consumo de los alimentos según la edad se presenta en la Tabla 6. Podemos observar que los estudiantes de 7-9 años de edad presentaron una frecuencia de consumo de leche y pescado significativamente mayor (p<0,01 y p<0,05, respectivamente) y menor de ave (p<0,01), comparadas con los estudiantes de 16-18 años. Por otra parte, se encontró que el consumo de repollo, zapallo y uvas (p<0,05) fue significativamente mayor en los estudiantes de mayor edad, en comparación con los grupos de menor edad. En el grupo etéreo de 10-15 años fue donde se registró un significativo mayor consumo de plátanos (p<0,05), naranjas (p<0,01), peras (p<0,05) y sandías (p<0,05). El pan (p<0,05), aceite (p<0,01) y azúcar (p<0,01) presentaron una frecuencia de consumo significativamente mayor en el grupo de estudiantes de menor edad (7-9 años). En el caso de los fideos (p<0,05), bebidas o jugos (p<0,01) y chocolates (p<0,05), la frecuencia de consumo aumenta a mayor edad. El consumo de productos misceláneos no registró diferencias significativas, en relación a la edad de los estudiantes. En resumen, se observa que los alimentos constructores disminuyeron significativamente su frecuencia de consumo con la edad del educando, al igual que aquellos del grupo energéticos, observándose una situación opuesta para el grupo reguladores.

## DISCUSION

En el presente estudio se ha podido constatar que a pesar del mejoramiento de las condiciones socioeconómicas durante el período de realización del estudio, este hecho no se tradujo en un mejoramiento en los hábitos alimentarios de los escolares. Más aún, se observó durante el año 1989, un descenso significativo en la frecuencia de consumo de la mayoría de los alimentos, comparada con aquella registrada en el período 1986-1987. Esta situación podría explicarse más bien debido al hecho que, con la edad, disminuye la frecuencia de consumo para algunos alimentos, especialmente productos lácteos, hecho que también se ha verificado en el presente estudio y que ha sido descrito previamente en escolares adolescentes (8,9). Recientes investigaciones han descrito que los hábitos alimentarios de los adolescentes son muy inadecuados, con baja frecuencia de consumo de productos lácteos, verduras y frutas, observándose en los estratos socioeconómicos más bajos, una dieta muy poco variada (18,19). Por otra parte, es conocido que cambiar los hábitos alimentarios de la población es una tarea difícil, que la mayoría de las veces requiere de años para obtener los cambios de conducta deseados y, en el escolar, serían un reflejo de los hábitos alimentarios de sus padres (20). De esta forma, pareciera ser que un factor demográfico como es la edad, la que resume una serie de aspectos de socialización del escolar, tuviera un mayor impacto sobre los hábitos alimentarios, que aquél que podrían ejercer los factores socioeconómicos, los cuales hemos visto en el presente estudio, que no tuvieron un efecto significativo en los hábitos alimentarios de los escolares. Este hecho podría explicarse debido a que la mayor parte de los escolares pertenecía a NSE bajo (88,6%), siendo además el medio ambiente sociocultural, más homogéneo. Otras investigaciones efectuadas en Chile en población escolar urbana, han descrito una directa y significativa asociación entre NSE y frecuencia de consumo de productos lácteos, productos cárneos, huevos, lechuga, mantequilla o margarina, café y bebidas gaseosas o jugos; por otra parte, en el NSE bajo se ha verificado un significativo mayor consumo de cebollas, papas, zapallo, pan, galletas, porotos, fideos, té y azúcar (8,9). Otros estudios efectuados en el extranjero han señalado que los hábitos alimentarios se encuentran estrechamente asociados al NSE y sociocultural de la familia (21).

TABLE 6  
Frecuencia de consumo de los alimentos en escolares del área rural según edad. Región Metropolitana. Chile. 1989

Alimentos	Edad (años)				F
	7-9	10-12	13-15	16-18	
	Frecuencia de consumo (días por semana)				
<b>Grupo Constructores</b>	5.1a ± 1.81 (134)	5.6a ± 1.81 (163)	5.2ab ± 1.71 (130)	4.8b ± 1.61 (49)	3.281*
Leche	4.9 ± 2.4(109)	4.8ab ± 2.31 (119)	3.8b ± 2.1 (98)	3.2b ± 1.9 (27)	7.841**
Pescado	1.5a ± 1.2 (76)	1.8ab ± 1.7(85)	1.3ac ± 1.3 (83)	1.0c ± 1.0 (36)	3.627*
Ave	1.4a ± 1.2 (104)	2.2b ± 1.6 (107)	2.0b ± 1.6 (89)	2.1b ± 1.8 (39)	5.466**
<b>Grupo Reguladores</b>	5.7a ± 1.51 (134)	6.3b ± 1.2 (161)	6.3b ± 1.31 (129)	6.5b ± 1.1(49)	7.649**
Repollo	2.5a ± 1.4 (99)	3.1b ± 2.0 (123)	3.1b ± 2.0 (93)	3.3b ± 2.1 (37)	2.872*
Zapallo	3.6a ± 2.1 (96)	3.9ab ± 2.3 (113)	4.4b ± 1.9 (106)	3.7ab ± 2.2(40)	2.691*
Plátano	2.3a ± 1.8 (94)	2.6ab ± 2.1 (112)	3.0b ± 2.0 (94)	1.9a ± 1.7 (41)	3.748*
Naranja	2.9a ± 2.1 (105)	3.6b ± 2.3 (126)	3.2ab ± 2.2(101)	2.3ac ± 1.9(38)	4.1.97**
Pera	2.4a ± 1.7 (86)	2.7abc ± 2.0 (106)	3.0b ± 1.8 (96)	2.1ad ± 1.3 (41)	3.099*
Sandía	2.8a ± 1.9 (52)	2.9a ± 2.1 (83)	2.6a ± 2.1 (68)	1.5b ± 1.7 (29)	3.619*
Uva	3.4a ± 2.2 (101)	4.0b ± 2.3 (123)	4.3b ± 2.3 (111)	4.2ab ± 2.4 (44)	3.037*
<b>Grupo Energéticos</b>	7.0a ± 0.01 (130)	6.9b ± 0.6 (157)	6.7c ± 0.7 (123)	6.8abc ± 0.8 (49)	6.270**
Pan	6.9a ± 1.01 (130)	6.6b ± 1.4 (152)	6.3b ± 1.7 (119)	6.5ab ± 1.6 (46)	3.796*
Fideos	2.8a ± 1.6 (119)	3.3b ± 1.9 (141)	3.4b ± 1.9 (113)	3.7b ± 2.1 (47)	3.564*
Aceite	6.5a ± 1.4 (120)	5.7b ± 2.0 (132)	5.8bc ± 2.1 (108)	6.4ac ± 1.7 (44)	5.268**
Margarina	4.5a ± 2.3 (74)	4.3a ± 2.1 (100)	4.2a ± 2.3 (90)	3.2b ± 2.3 (34)	2.743*
Bebidas o jugos	3.7a ± 2.3 (112)	4.4b ± 2.2 (129)	4.6b ± 2.1 (109)	4.8b ± 2.2 (41)	4.196**
Azúcar	6.9a ± 1.0 (126)	6.6b ± 1.3(144)	6.2c ± 1.7(109)	6.2b ± 2.0(45)	5.743**
Chocolate	3.1 ± 2.3 (88)	3.6ab ± 2.3 (104)	4.0b ± 2.1 (105)	3.2a ± 2.0 (38)	3.037*

Nota: Los resultados están expresados como media ± desviación estándar. El número de casos en cada grupo se indica entre paréntesis. Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de  $p < 0.05$ , según el test de la «t» de Student.

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

El análisis de la asociación entre los hábitos alimentarios y tipo de colegio, indica que no hay diferencias, en la frecuencia de consumo de productos lácteos de los estudiantes de colegios municipalizados y particulares subvencionados. La frecuencia de consumo para los alimentos del grupo constructores, que fue significativamente mayor en los estudiantes de colegios particulares subvencionados, estuvo dada por un mayor consumo de vísceras, porotos, lentejas y garbanzos. En Chile, los estudios realizados en población escolar urbana, en general no han verificado diferencias significativas en la frecuencia de consumo de los alimentos, en relación al tipo de colegio al cual asiste el educando, con excepción de lo informado para escolares de colegios municipalizados que egresan de educación media, los cuales han presentado un significativo mayor consumo de huevos, cebolla, papas, zapallo, manzanas, garbanzos y té (9).

Según el sexo de los educandos, no se registraron diferencias significativas en la frecuencia de consumo para el grupo de alimentos constructores y energéticos, pero si las hubo en la frecuencia de consumo de los alimentos reguladores, siendo mayor en los escolares de sexo femenino, diferencia que estuvo dada por un mayor consumo de cebollas y manzanas situación que coincide, en parte, con otros estudios que han comunicado un mayor consumo de estos alimentos en las mujeres (8,9,21).

El efecto de la edad sobre los hábitos alimentarios, expresados como frecuencia de consumo, ya sea de los grupos de alimentos o de

los alimentos ha quedado de manifiesto en este estudio. Como era de esperar, el consumo de productos lácteos fue disminuyendo significativamente con la edad siendo menor en los estudiantes de 16-18 años, situación que es coincidente con otros hallazgos (9,21). El mayor consumo de verduras y frutas por parte de los estudiantes de 16-18 años, se debió principalmente a la mayor frecuencia de consumo de repollo, zapallo y uvas. Es digno de destacar que la frecuencia de consumo de leche disminuyó significativamente con la edad, hecho preocupante por el aporte de calcio que realiza este alimento cuyo impacto es significativo en el estado nutricional expresado como porcentaje talla/edad y por el mayor riesgo de osteoporosis que representa la carencia de este nutriente, especialmente para la mujer postmenopáusica. En este sentido, se ha descrito que los escolares que obtienen bajo rendimiento escolar, presentan un significativo menor consumo de leche, menor frecuencia de consumo de productos lácteos y menor porcentaje talla/edad (22). Por otra parte, la menor frecuencia de consumo de leche en los escolares de mayor edad se asoció a un menor consumo de este alimento (16).

En el presente estudio se pudo constatar que un alto porcentaje de estudiantes, sobre el 70 %, consumía leche. Sin embargo, este porcentaje de escolares es inferior al constatado en otros estudios efectuados en población escolar urbana en nuestro país, en donde aproximadamente el 90 % de los escolares consumía este alimento (8,9). Estudios realizados en países desarrollados muestran porcen-

tajes de consumo de leche en adolescentes, que fluctúan entre 75,0 % y 91,0 % (21,23). Otros autores han encontrado en adolescentes, que los alimentos más consumidos son leche, carne, ave y pan (24,25).

En lo que respecta a la frecuencia de consumo de productos cárneos, ésta fue mayor que la encontrada en estudios efectuados en preescolares chilenos, en los cuales el 51,0 % de la muestra, rara vez o nunca consumían alimentos de este grupo (4). Es destacable el hecho que en el presente trabajo, los pescados y mariscos sólo eran consumidos entre 1-3 días a la semana, por el 35,7 % y 14,3 % de los estudiantes, respectivamente; el 18,3 % y 10,6 % los consumían a lo lejos; y 32,8 % y 59,4 % los rechazaban. Por tal motivo, sería recomendable que a través de los programas curriculares de estudio y del PAE, se contribuya a aumentar la frecuencia de consumo de estos alimentos, que tradicionalmente han presentado un alto porcentaje de rechazo, según lo revelan los estudios realizados al respecto; además, en Chile representan un recurso natural abundante, de alto valor nutritivo y bajo costo (8,9). Respecto al consumo de verduras y frutas, se apreció que el 100 % de los estudiantes consumía diariamente estos alimentos, ajustándose este comportamiento a la Ración Modelo (13).

El elevado porcentaje de escolares que consume diariamente pan, aceite y azúcar, por una parte, se ajusta a lo establecido en la Ración Modelo y, por otra parte, coincide con investigaciones a nivel nacional e internacional (4,8,9,21,23-25).

Finalmente, es destacable el hecho que los hábitos alimentarios de este grupo de escolares, en general, se ajustaron a lo establecido en la Ración Modelo y registraron diferencias significativas con la edad, sexo y tipo de colegio al cual asiste el educando. De esta forma, hemos verificado que la frecuencia de consumo de los alimentos constructores, especialmente la leche, disminuyó significativamente con la edad, al igual que la frecuencia de consumo de los alimentos energéticos, observándose una situación opuesta para los alimentos del grupo reguladores. Este hecho debería considerarse en la planificación de toda política alimentario-nutricional focalizada a la población escolar rural de la Región Metropolitana de Chile, especialmente en lo que dice relación con el PAE, como igualmente respecto a la educación en nutrición, tendiente a mejorar ciertos hábitos alimentarios que no son adecuados en esta población.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Ministerio de Educación de Chile, por todas las facilidades otorgadas en la realización del presente estudio; a los maravillosos niños y profesores, por su generosidad y abnegación demostradas durante el desarrollo de la presente investigación; a los señores Juan Ganin y Manuel Soto por su encomiable labor en la impresión en offset de los cuestionarios y test utilizados en el presente estudio.

### REFERENCIAS

- Hertzler A.A. & C. Owen. Sociologic study of food habits-a review. *J. Am Diet Assoc* 69:377-380, 1976.
- Chile. Ministerio de Educación Pública. Planes y Programas de Estudios para la Educación General Básica. Revista de Educación N° 79. Santiago, Chile. 1980.
- Petersen A. & C. Leitzmann. Studies on preschool children in Northern Thailand. *Nutr Rep Int*. 25:353-361, 1982.
- Alvarez M.L., M.T. Guzmán, M. Vial, G. Jaque & V. Gattás. Hábitos alimentarios. *Arch Latinoam Nutr* 27:125-139, 1977.
- Crane N.T. & N.R. Green. Food habits and food preferences of Vietnamese refugees living in northern Florida. *J Am Diet Assoc* 76:591-593, 1980.
- Seminar. Breakfast and the British lifestyle. London: Kellogg Company of Great Britain Ltd. 1977.
- Rebolledo A. & G. de Pugadas. Hábitos y conocimientos alimentarios de los chilenos. *Rev Méd Chile* 104:391-395, 1976.
- Zacarías I., M. Aguayo, M. Vásquez, D. Ballester, M.L. Alvarez & D. Ivanovic. Hábitos alimentarios de estudiantes que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. *Rev Med Chile* 133:165-173, 1986.
- Zacarías I., M. Aguayo, M. Vásquez, D. Ballester & d. Ivanovic. Hábitos alimentarios de estudiantes que egresan de Educación media en el Area Metropolitana de Santiago. Chile. *Arch Latinoam. Nutr* 36:268-281, 1986.
- Ivanovic D., M. Vásquez, M. Aguayo, D. Ballester, M. Marambio & I. Zacarías. Nutrition and Education. III. Educational achievement and food habits of Chilean elementary and high school graduates. *Arch Latinoam Nutr* 42:8-14, 1992.
- Alvarez M.L., S. Muzzo & D. Ivanovic. Escala para medición del nivel socioeconómico en el área de salud. *Rev Med Chile* 113:243-249, 1985.
- Chile. Ministerio de Salud/UNICEF. Lo que Ud. debe saber en alimentación y nutrición. Santiago, Ministerio de Salud, UNICEF. 1989.
- Ministerio de Salud. Serie Alimentación N° 3. Ración Modelo. Santiago, Chile, 1969.
- Guilford J.P. and B. Fruchter. *Fundamental statistics in psychology and education*. 6th. Ed. New York, N.Y., McGraw Hill Book Company. Co. Inc. 1978.
- Ivanovic R. & D. Ivanovic. Características socioeconómicas, socioculturales, familiares y demográficas de estudiantes de Educación Básica y Media (Región Metropolitana de Chile 1986-1987). *Revista de Sociología* 5:183-201, 1990.
- Ivanovic D., R. Ivanovic, M.C. Durán & JH. Hazbún. Ingesta alimentaria de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. *Arch Latinoam Nutr* 42:374-388, 1992.
- Durán M.C. Impact of nutritional factors over educational achievement and school desertion in rural area. Metropolitan Region. Chile. M.Sc. Thesis. University of Chile. Institute of Nutrition and Food Technology (INTA), 173 pp. 1989.
- Boneu M., A. Gómez-Quirante, N. Feijoo, C. Martos & G. Foz. Eating habits and the frequency of food consumption in 8th grade schoolchildren from a Basic Health Area of Mattaro. *Aten Primari* 30:591-595, 1994.
- Wolfe W.S. & C.C. Campbell. Food pattern, diet quality and related characteristics of schoolchildren in New York State. *J Am Diet Assoc*. 93:1280-1284, 1993.
- Hertzler a.A. Children's food patterns. A review: II Family and group behaviour. *J. Am Diet Assoc*. 83:555-560, 1983.
- Cronin F.J., S.M. Krebs-Smith, B.W. Wyse & L. Light. Characterizing food usage by demographic variables. *J Am Diet Assoc* 81:661-673, 1982.
- Ivanovic D., I. Zacarías, M.T. Saitúa & M. Marambio. Educationl achievement and nutritional status of elementary and high school graduates. In: *Dietetics in the 90s. Role of the dietitian/nutritionist*. M.F. Moyal (Ed). John Libbey Eurotext Ltd. pp.331-334, 1988.
- Pao M.E. Changes in American food consumption patterns and their nutritional significance. *Food Technol* 35:43-53, 1981.
- Stewart A.T. & I. Darnton-Hill. Food habits of adolescents. *Nutr Rev* 39:73-88, 1981.
- Schorr B., D. Sanjur & E. Erickson. Teen-age food habits. *J Am Diet Assoc* 61:415-420, 1972.

Recibido: 24-08-1994

Aceptado: 22-07-1996

## Estado nutricional y composición corporal de un grupo de adultos mayores no institucionalizados del Estado Zulia, Venezuela<sup>1</sup>

Luis Falque-Madrid<sup>2</sup>, Maria P. Piñero-Corredor<sup>3</sup>, Nelly Zambrano de Rodriguez<sup>4</sup>, Jorge Quintero<sup>5</sup>, Aida Souki de Gabarrón<sup>6</sup>,  
Nelly Arias-Marquez<sup>7</sup>

Laboratorio de Investigación en Nutrición. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.

**RESUMEN.** A objeto de conocer el estado nutricional y composición corporal de ancianos no institucionalizados del Estado Zulia en Venezuela, se estudiaron 94 individuos (47 hombres y 47 mujeres), con edades entre 60 y 88 años (69,55 ± 6,60 años) (media ± DS). Se tomaron medidas antropométricas y se realizó un estudio dietético a través del recordatorio de 24 horas y Frecuencia de Consumo de Alimentos cuantitativa. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,05$ ) según el sexo, con predominio en el sexo femenino, en todas las medidas e índices calculados a excepción de peso, cintura, área del brazo y área muscular. Así mismo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) de acuerdo a la edad en peso, pliegue del tríceps, Índice de Quetelet, y Porcentaje de Peso Ideal (%PI). Los valores promedio de las medidas e indicadores antropométricos fueron mayores que los reportados para otros colectivos de ancianos. La frecuencia de obesidad medida con el Índice de Quetelet ( $> 30 \text{ kg/m}^2$ ) fue de 42,6% en mujeres y 6,4% en hombres. Cuando se utilizó %PI, disminuyó la frecuencia en hombres (4,3%) y aumentó en las mujeres (48,9%). El índice CIN/CAD mostró una predominancia de distribución de grasa superior en el 21,3% de los hombres y 68,1% de las mujeres. En la evaluación dietética se encontraron diferencias significativas debidas al sexo, con predominio en los hombres, para energía, lípidos totales, carbohidratos, vitamina A (predominio en las mujeres), tiamina y hierro. Al comparar el consumo con las Recomendaciones Nutricionales para Venezuela observamos que se supera el 100% de adecuación en lípidos, calcio, fósforo, tiamina, niacina y hierro en ambos sexos. El consumo de carbohidratos, fibra, vitamina A, cinc y cobre fue bajo para ambos sexos en comparación con las recomendaciones nutricionales, así como la ingesta de riboflavina en los hombres. El estudio mostró una alta prevalencia de sobrepeso en los dos sexos y de obesidad en las mujeres, y acentúa la necesidad de estudiar en profundidad los diferentes factores que afectan el estado nutricional de la población anciana en nuestro país.

**SUMMARY.** Nutritional status and body composition of a group of elderly free-living people in Zulia State, Venezuela. To assess the nutritional status and body composition of an elderly free-living population from the State of Zulia, Venezuela, ninety-four persons (47 male and 47 female), ages ranging from 60 to 88 years (mean age 69,55 ± 6,60) ( $X \pm SD$ ) were studied. Anthropometric measurements, and a dietary study by means of 24-hour recall and a Food Frequency were performed. Significant statistical differences ( $p < 0,001$ , and  $p < 0,05$ ) were observed among female and male groups in all measures and indices except weight, waist, arm area, and arm muscle area. Significant differences ( $p < 0,05$ ) were also observed among age groups in weight, Quetelet index, percentage ideal weight (%I W), and triceps skinfold thickness. The means of anthropometric measures and nutritional indicators were higher than the results obtained in other studies. The percentage of elderly obese with Quetelet greater than  $30 \text{ kg/m}^2$  was 42,6% (females) and 6,4% (males). In contrast, when utilizing %I W it was observed that 4,3% of the men and 48,9% of the women were obese. Body fat distribution index (waist/hip) shows abdominal fat distribution in 21,3% males and 68,1% females. We found sex-based significant differences in dietary intake of energy, total fat, carbohydrates, iron, vitamin A, and thiamin. The results indicate that the intake of protein, total fat, calcium, phosphorus, iron, thiamin, and niacin is high among males y females, when compared with the present Recommended Dietary Allowance (RDA) values of Venezuela. The intake of carbohydrate, fiber, vitamin A, riboflavin, zinc, and copper is low among males and females according RDA values, as well as the intake of riboflavin in males. The study indicates a high frequency of men and women obese, and with overweight among females as a consequence of the inadequacy of dietary intake. The present findings emphasizes the need to study in depth the different factors that affect nutritional status of elderly individuals in our country.

### INTRODUCCION

En la última década está discutido el papel que juega la nutrición en el proceso de envejecimiento, así como el efecto de la edad en la alimentación de los individuos. Varios trabajos han demostrado que la dieta tiene efectos, tanto a corto como a largo plazo en la salud; de tal forma que la alimentación es considerada como uno de los factores principales en la prevención de enfermedades crónicas (1).

Algunas investigaciones han puesto de manifiesto la disminución de la capacidad funcional de los ancianos asociada con el déficit calórico y proteico (2). El hecho es que la población anciana mayor de 60 años es vulnerable y de alto riesgo a desarrollar enfermedades nutricionales debido a que el proceso de envejecimiento se acompaña de una gran variedad de cambios fisiológicos y psicológicos, alterando no solo la actividad física del individuo sino también sus hábitos, conductas alimentarias y las relaciones sociales (3).

- 1 Financiado en parte por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia.
- 2 Profesor Titular. Coordinador del Laboratorio de Investigación en Nutrición de la Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina.
- 3 Becario Académico. Departamento de Ciencias de los Alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina.
- 4 Profesor Titular. Coordinadora del Programa de Atención al Anciano. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina.
- 5 Profesor Titular. Jefe de la Cátedra de Química de Alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina.
- 6 Profesor Agregado. Jefe de la Cátedra de Bioquímica I. de la Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina.
- 7 Profesor Asistente. Cátedra de Bioquímica. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina.

Recientes estudios en América Latina nos indican que en la población anciana se encuentra una prevalencia relativamente alta de sobrepeso y obesidad, asociada a dietas desbalanceadas y con ingestas deficitarias de algunas vitaminas y minerales (4). Por otro lado, la población mayor de 60 años está incrementándose visiblemente en algunos países de Latinoamérica, sin embargo se desconocen los diferentes factores que condicionan el estado nutricional de este grupo de edad, en especial lo relacionado con la composición corporal.

El presente trabajo tiene por objetivo cuantificar algunos datos antropométricos, de composición corporal y dietéticos de un grupo de adultos mayores de 60 años, no institucionalizados y de vida libre urbana y semi-urbana. El mismo forma parte de un trabajo más amplio que intenta obtener patrones antropométricos, bioquímicos, dietéticos y nutricionales aplicables a este grupo de población.

## MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 94 individuos con edades comprendidas entre 60 y 88 años ( $69,55 \pm 6,60$  años) (media  $\pm$  DE) de ambos sexos (47 varones y 47 mujeres) y de vida libre, divididos en dos grupos de edad: 60 a 79 años (viejos-jóvenes) y (80 años (viejos-ancianos). Todos los sujetos fueron seleccionados a través de la Sección de Nutrición Clínica del Laboratorio de Investigación en Nutrición e invitados a participar en el estudio. Los criterios para la exclusión fueron los siguientes: a) enfermedad aguda y/o crónica con tratamiento; b) cambios bruscos de peso en los últimos tres meses; d) sujetos sometidos a tratamientos quirúrgicos del aparato digestivo, hígado o páncreas; e) sujetos con diagnóstico de enfermedades metabólicas, o cáncer con tratamiento quimioterápico y/o radioterápico en los últimos 10 años.

La evaluación dietética solo pudo realizarse a 80 ancianos (40 varones y 40 mujeres).

Evaluación antropométrica y de composición corporal

El peso (P) y la talla (T) fueron medidos con el individuo descalzo, utilizando una báscula digital electrónica marca SOEHNIE, con rango 0,5 - 130 kg y un estadiómetro HOLTAIN portátil, con rango 066 - 2017 mm respectivamente.

El pliegue tricipital (PT) se midió tres veces en el lado del cuerpo no dominante, reportándose el promedio de las medidas, utilizando un calibre LANGE que tiene una presión constante de 10 g/mm<sup>2</sup> de superficie de contacto y un rango de 0 - 62 mm. La circunferencia de brazo (CB), circunferencia de la cintura (CIN) y la circunferencia de la cadera (CAD) con cinta métrica metálica flexible de 1 cm de ancho y rango de 0 - 150 cm. Todas las mediciones fueron realizadas por dos nutricionistas del equipo, siguiendo las normas recomendadas por el Programa Biológico Internacional (5) y descritas en el Manual de Procedimientos del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana (6).

Una vez tomados los datos antropométricos, se revisaron cuidadosamente y se incorporaron a una base de datos, calculándose:

- Porcentaje de Peso Ideal (% PI) (peso actual \* 100 / peso ideal) en donde el peso ideal = talla en cm - 100 (valor Broca)
- Relación Cintura Cadera (CIN/CAD)
- Área del brazo (AB), área muscular (AM) y área grasa (AG) según las fórmulas de Frisancho (7), así como la corrección del área muscular por sexo según las fórmulas de Heymsfield (8).
- Masa muscular total (MMT) en kg (talla en cm \* (0,264 + 0,0029 \* AM corregida) (9).

Como indicador para la evaluación del estado nutricional global se tomó el Índice de Masa Corporal de Quetelet, considerándose como normal a todo valor entre 18,5 kg/m<sup>2</sup> a 25,0 kg/m<sup>2</sup>; sobrepeso entre 25,01 kg/m<sup>2</sup> a 30,0 kg/m<sup>2</sup> y obesidad por encima de 30,0 kg/m<sup>2</sup>. Se consideró déficit a todo valor por debajo de 18,5 kg/m<sup>2</sup> (10). Así mismo se utilizó el Porcentaje de Peso Ideal (% PI). Dada la diversidad de puntos de corte existentes para este indicador, se decidió considerar normal a todo valor entre 80 y 110%; sobrepeso cuando los valores se encontraban entre 110,1% y 130% y obesidad a todo valor por encima de 130%. Cuando el valor fue menor de 80% se diagnosticó déficit ponderal. El Índice Cintura/Cadera (CIN/CAD) se utilizó como medida de distribución de grasa según los puntos de corte de Seidell y col (11).

**Estudio Dietético:** La Evaluación Dietética se realizó a través del Recordatorio de 24 horas, referido a un «día típico». Se aplicó una Frecuencia de Consumo de Alimentos cuantitativa, como medio de contrastar los datos aportados por el Recordatorio de 24 horas y determinar los hábitos alimentarios. Ambas encuestas fueron previamente estandarizadas y probadas en una muestra piloto de 10 individuos. Los datos provenientes del Recordatorio de 24 horas y de la Frecuencia de Consumo de Alimentos fueron posteriormente transformados en términos de energía y nutrientes utilizando los valores de la Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico de Venezuela, revisión 1994 (12), por intermedio de un programa computarizado elaborado para tal fin. Los valores de cinc y cobre se tomaron de diversas fuentes (13-16) e incorporados a la base de datos del programa computarizado. Los datos de la Frecuencia de Consumo de alimentos se expresaron en términos de consumo diario, semanal, quincenal o mensual y posteriormente se calculó el consumo promedio diario para cada alimento.

Para ambos métodos se utilizó la técnica de la entrevista realizada al propio sujeto y llevada a cabo por uno de los nutricionistas del equipo, especialmente entrenado, ayudándose con modelos plásticos de alimentos y medidas prácticas de uso cotidiano, a objeto de clarificar el peso y volumen de los alimentos consumidos. De la muestra total, 14 individuos no acudieron a la cita para la evaluación dietética. La comparación de la ingesta con las Recomendaciones Nutricionales para Venezuela (17) permitió establecer la adecuación de la dieta para energía y nutrientes.

Los valores de la ingesta de alimentos, antropometría y composición corporal se presentan como media y desviación estándar agrupados por edad y sexo. Las diferencias entre medias se calcularon con t de student y análisis de varianza en aquellos con distribución homogénea y mediante el test de Mann Whitney y Kruskal Wallis en los que mostraban distribución no homogénea.

## RESULTADOS

**Antropometría y Composición Corporal.** Los ancianos del estudio tienen un peso promedio de  $66,76 \pm 12,86$  kg y talla de  $1,57 \pm 0,10$  m (Tabla 1). La influencia del sexo fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) para Talla, Índice de Masa Corporal de Quetelet, Cadera, CIN/CAD, % PI, PT y AG; así como también ( $p < 0,05$ ) para, CB, CAD y MMT. La influencia de la edad fue significativa desde el punto de vista estadístico ( $p < 0,05$ ) para Peso, PT, Índice de Quetelet y % PI.

TABLA 1  
Medidas antropométricas y de composición corporal (Media  $\pm$  Desviación Estandar)

VARIABLE	SEXO		EDAD		
	TODOS N=94	VARONES N=47	MUJERES N=47	60-79 AÑOS N=84	$\geq$ 80 AÑOS N=10
Edad (años)	69,55 $\pm$ 6,60	71,23 $\pm$ 7,31	68,46 $\pm$ 5,20	68,30 $\pm$ 4,78*	82,90 $\pm$ 3,07*
Peso (kg)	66,76 $\pm$ 12,86	66,87 $\pm$ 11,88	66,65 $\pm$ 13,89	67,86 $\pm$ 12,98**	57,6 $\pm$ 7,09**
Talla (m)	1,57 $\pm$ 0,10	1,64 $\pm$ 0,08*	1,50 $\pm$ 0,06*	1,57 $\pm$ 0,09	1,60 $\pm$ 0,09
CB (cm)	29,36 $\pm$ 5,39	28,05 $\pm$ 2,90**	30,46 $\pm$ 6,66**	29,60 $\pm$ 5,39	26,97 $\pm$ 4,00
Ptr (mm)	21,52 $\pm$ 9,57	14,17 $\pm$ 5,40 *	27,83 $\pm$ 7,67	22,49 $\pm$ 9,44	13,33 $\pm$ 7,34**
CIN (cm)	93,34 $\pm$ 12,12	92,52 $\pm$ 9,02	94,0 $\pm$ 14,19	93,66 $\pm$ 12,40	89,20 $\pm$ 6,87
CAD (cm)	102,37 $\pm$ 12,09	96,93 $\pm$ 7,55**	106,69 $\pm$ 13,31**	103,08 $\pm$ 12,18	93,20 $\pm$ 6,10
CIN/CAD	0,9 $\pm$ 0,09	0,96 $\pm$ 0,08*	0,88 $\pm$ 0,09*	0,91 $\pm$ 0,09	0,96 $\pm$ 0,04
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,09 $\pm$ 5,37	24,66 $\pm$ 3,51*	29,52 $\pm$ 5,83*	7,62 $\pm$ 5,32**	22,68 $\pm$ 3,62**
%PI (%)	118,72 $\pm$ 26,20	103,99 $\pm$ 14,86*	133,44 $\pm$ 26,91*	121,19 $\pm$ 25,97**	97,99 $\pm$ 18,41**
AB (cm <sup>2</sup> )	59,59 $\pm$ 18,31	56,70 $\pm$ 11,01	62,06 $\pm$ 22,68	59,95 $\pm$ 18,53	55,26 $\pm$ 16,56
AM (cm <sup>2</sup> )	40,92 $\pm$ 9,96	44,35 $\pm$ 8,15	38,01 $\pm$ 13,38	40,85 $\pm$ 11,84	42,93 $\pm$ 9,75
AG (cm <sup>2</sup> )	18,20 $\pm$ 9,6	12,35 $\pm$ 5,15*	24,06 $\pm$ 10,41*	19,09 $\pm$ 10,25	12,32 $\pm$ 8,20
MMT(kg)	19,44 $\pm$ 5,36	22,16 $\pm$ 4,11**	17,64 $\pm$ 5,37**	19,32 $\pm$ 5,46	20,97 $\pm$ 3,98

\*Diferencia significativa a  $p < 0,001$

\*\* Diferencia significativa a  $p < 0,05$

Area Muscular (AM): Valores corregidos por sexo según las fórmulas de Heymsfield y col (8)

Masa Muscular Total (MMT): Valores calculados con el Area Muscular corregida por sexo

La evaluación nutricional antropométrica mostró que el 42,6% de los varones y 29,8% de las mujeres pueden ser considerados con sobrepeso, al utilizar el Índice de Quetelet como indicador (Tabla 2). Con este índice encontramos que el 6,4% de los varones y 42,5% de las mujeres son obesos. Cuando aplicamos el %PI, la frecuencia de varones con sobrepeso disminuyó (25,5%), aumentando la de las mujeres (34%). Este indicador diagnosticó como obesos al 4,2% de los hombres y 49,0% de las mujeres.

TABLA 2  
Clasificación del estado nutricional según IMC y % PI

ESTADO NUTRICIONAL	IMC		%PI	
	VARONES N=47	MUJERES N=47	VARONES N=47	MUJERES N=47
DEFICIT	2,1 (1)	-	2,1 (1)	-
NORMAL	48,9 (23)	27,7 (13)	68,2 (32)	17,0 (8)
SOBREPESO	42,6 (20)	29,8 (14)	25,5 (12)	34,0 (16)
OBESIDAD	6,4 (3)	42,6 (20)	4,2 (2)	49,0 (23)
TOTAL	100,0 (47)	100,0 (47)	100,0 (47)	100,0 (47)

Entre paréntesis ( ) el número de observaciones

Al verificar el patrón de distribución de grasa con el índice CIN/CAD, se pudo observar que el 21,3% de los varones y 68,1% de las mujeres presentan una predominancia por la parte superior del

cuerpo. Por el contrario el 53,2% de los varones y 10,6% de las mujeres tienen una predominancia por la parte inferior del cuerpo (Tabla 3).

TABLA 3  
Distribución de la grasa corporal en la población estudiada según CIN/CAD

Tipo de distribución	Varones n=47	Mujeres n=47
Inferior	53,2 (25)	10,6 (5)
Intermedio	25,5 (12)	21,3 (10)
Superior	21,3 (10)	68,1 (32)
<b>TOTAL</b>	<b>100,0 (47)</b>	<b>100,0 (47)</b>

**Ingesta de energía y nutrientes.** En la Tabla 4 se presenta las medias y desviaciones estándar del consumo de energía y nutrientes por sexo y edad. Al igual que para antropometría se pudo observar diferencias estadísticamente significativas debidas al sexo ( $p < 0,001$ ) para energía, carbohidratos, hierro, así como ( $p < 0,05$ ) para lípidos, vitamina A y tiamina. No se encontró diferencias estadísticamente significativas debidas a la edad para ninguno de los nutrientes.

TABLA 4  
Consumo de energía y nutrientes de los ancianos (Media  $\pm$  Desviación Estandar)

NUTRIENTE	TODOS N=80	SEXO		EDAD	
		VARONES N=40	MUJERES N=40	60-79 AÑOS N=73	$\geq$ 80 AÑOS N=8
Energía(kcal/día)	1759,85 $\pm$ 559,88	1996,24 $\pm$ 604,96*	1523,46 $\pm$ 392,88*	1751 $\pm$ 578,86	1833,38 $\pm$ 363,56
Proteínas (g/día)	63,97 $\pm$ 27,73	70,53 $\pm$ 32,51	57,40 $\pm$ 18,88	64,85 $\pm$ 28,11	55,91 $\pm$ 16,55
Cal-Proteínas (%)	14,5	14,1	15,1	14,8	12,2
Lípidos (g/día)	70,36 $\pm$ 32,02	81,52 $\pm$ 34,0**	59,19 $\pm$ 25,71**	69,96 $\pm$ 33,10	74,05 $\pm$ 21,10
Cal-Lípidos (%)	36,0	36,8	35,0	36,0	36,4
Carbohidratos (g/día)	236,09 $\pm$ 76,40	273,27 $\pm$ 77,01*	200,58 $\pm$ 56,43*	235,72 $\pm$ 79,11	247,79 $\pm$ 47,44
Fibra (g/día)	5,74 $\pm$ 5,63	7,26 $\pm$ 6,88	4,23 $\pm$ 3,49	5,97 $\pm$ 5,87	3,74 $\pm$ 1,57
Cobre (mg/día)	0,71 $\pm$ 0,55	0,77 $\pm$ 0,69	0,66 $\pm$ 0,35	0,73 $\pm$ 0,56	0,57 $\pm$ 0,41
Zinc (mg/día)	4,81 $\pm$ 2,56	5,24 $\pm$ 3,25	4,37 $\pm$ 1,54	4,83 $\pm$ 2,67	4,61 $\pm$ 1,38
Calcio (mg/día)	755,90 $\pm$ 425,68	805,02 $\pm$ 508,94	706,79 $\pm$ 321,06	761,72 $\pm$ 429,95	703,53 $\pm$ 408,08
Fósforo(mg/día)	1030,14 $\pm$ 389,79	1121,99 $\pm$ 456,63	923,28-286,25	1039,64 $\pm$ 404,81	944,67 $\pm$ 208,06
Hierro (mg/día)	13,56 $\pm$ 6,16	16,07 $\pm$ 6,97*	11,05 $\pm$ 3,93*	13,74 $\pm$ 6,43	11,95 $\pm$ 2,39
Vit. A ( $\mu$ g-ER/día)	489,21 $\pm$ 371,99	405,07 $\pm$ 335,53**	573,35 $\pm$ 391,42**	500,42 $\pm$ 384,87	388,31 $\pm$ 215,36
Tiamina (mg/día)	0,96 $\pm$ 0,52	1,08-0,51*	0,85+0,50**	0,96 $\pm$ 0,53	0,97 $\pm$ 0,34
Riboflavina (mg/día)	1,08 $\pm$ 0,44	1,09 $\pm$ 0,48	1,07 $\pm$ 0,40	1,10 $\pm$ 0,45	0,95 $\pm$ 0,40
Niacina (mg/día)	19,31 $\pm$ 17,11	23,29 $\pm$ 21,58	15,33 $\pm$ 9,75	20,04 $\pm$ 17,77	12,76 $\pm$ 6,86

\* Diferencia Significativa a  $p < 0,001$

\*\* Diferencia significativa a  $p < 0,05$

La vitamina A está expresada en microgramos-Equivalentes de Retinol al día

En la Tabla 5 se muestra la adecuación de la dieta en términos de energía y nutrientes. Se puede apreciar porcentajes de adecuación que sobrepasan el 100% en relación a las necesidades de proteínas, lípidos, calcio, fósforo, tiamina y niacina, tanto en los hombres como en las mujeres. La adecuación del hierro fue de 200% en los varones y 183,3% en las mujeres. La adecuación de carbohidratos, fibra, vitamina A, cobre y cinc se consideran bajos para ambos sexos en comparación con las recomendaciones para la población venezolana. La adecuación de riboflavina es baja en los hombres (77,9%) y normal en las mujeres (97,3%). La adecuación de energía se puede considerar dentro del criterio de normalidad establecido (80-100%).

TABLA 5  
Adecuación de energía y nutrientes

NUTRIENTE	VARONES			MUJERES		
	RN <sup>a</sup>	Consumo	Adecua- ción <sup>b</sup>	RN <sup>a</sup>	Consumo	Adecua- ción <sup>b</sup>
Energía (kcal)	2300	1977	86,8	1800	1523	84,6
Proteínas (g)	64	71	110,9	50	57	114,0
Lípidos (g)	58	82	141,4	45	59	131,1
Carbohidratos (g)	345	273	79,1	270	200	74,1
Fibra (g)	18	7,3	40,3	14	4,2	30,2
Cobre (mg)	1,5-3	0,8	51,3	1,5-3	0,7	44,0
Zinc (mg)	15	5,2	35,6	12	4,4	36,4
Calcio (mg)	450	805	178,9	450	707	157,1
Fósforo (mg)	450	1122	249,3	450	938	208,4
Hierro (mg)	8	16	200,0	6	11	183,3
Vit. A ( $\mu$ g-ER)	1000	405	40,5	800	573	71,7
Tiamina (mg)	0,9	1,1	120,0	0,7	0,9	121,4
Riboflavina (mg)	1,4	1,1	77,9	1,1	1,1	97,3
Niacina (mg)	15	23,3	155,3	13	15	115,5

a) Recomendaciones Nutricionales de Venezuela

RN de lípidos calculados a razón de 25 g/1000 kcal (17)

RN de carbohidratos calculados a razón de 150 g/1000 kcal (17)

b) Adecuación expresada en porcentaje en relación a las recomendaciones nutricionales

## DISCUSION

**Antropometría y Composición Corporal:** La revisión bibliográfica evidencia que hasta los momentos no han sido reportados datos para Venezuela en relación a un colectivo de similares características a las estudiadas por nosotros. Es necesario hacer notar que la interpretación de los datos antropométricos en ancianos es difícil debido a los cambios en la composición corporal que ocurre como parte del proceso de envejecimiento, así como por los cambios en la distribución de la grasa corporal y a la falta de estándares y puntos de corte para este grupo de edad, por lo que el aporte de datos e información en esta área es de vital importancia para la comprensión del proceso de envejecimiento y para la evaluación del estado nutricional a nivel clínico y comunitario.

La media de peso encontrada es superior a la reportada en grupos de ancianos españoles (18) y norteamericanos (3,19), aunque los valores de peso en los adultos masculinos son más bajos que los norteamericanos, no así las mujeres cuyo peso es más alto (20). Datos bien documentados (21) indican que el peso se incrementa consistentemente con la edad en ambos sexos, ocurriendo el peso máximo entre 34 y 54 años en hombres y 55 a 65 años para las mujeres, a partir de donde comienza a descender el valor, siendo el descenso para las mujeres más lentamente que para los hombres. En nuestro estudio la influencia de la edad estableció la diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) en cuanto al peso, siendo este superior en el grupo de 60 a 79 años (67,86  $\pm$  12,98 kg).

Los datos procedentes tanto de estudios longitudinales como transversales nos indican que la talla decrece con la edad, siendo mayor en las mujeres (22). Nuestra media de talla es inferior a la reportada por Mantero-Atienza y col en ancianos estadounidenses (3) pero superior a la media de ancianos españoles (18); el sexo estableció la diferencia ( $p < 0,001$ ), con medias para mujeres inferiores a los hombres (1,64  $\pm$  0,08 m en varones y 1,50  $\pm$  0,06 m en mujeres). Observamos que el promedio de talla del grupo (80 años

fue 3 cm superior al grupo de 60 a 79 años, aunque esta diferencia no fue significativa.

Aún cuando la CB es independiente de la edad, aisladamente no brinda un diagnóstico preciso de la malnutrición; sin embargo su medición y utilización en conjunto con el PTr y circunferencia muscular del brazo, da una indicación de las reservas grasas y proteicas del organismo (23).

Las medias de la CB ( $29,36 \pm 5,39$  cm) y PTr ( $21,52 \pm 9,57$  mm) fueron así mismo superiores a las reportadas por otros investigadores en ancianos (3, 18-19). En nuestro estudio fue el sexo quien estableció la diferencia para las medias de circunferencia de brazo ( $p < 0,05$ ) y pliegue del tríceps ( $p < 0,001$ ), indicando que las reservas calóricas de las mujeres son significativamente superiores a las de los hombres de la muestra. La edad solo establece diferencia para el PTr ( $p < 0,05$ ) ( $22,42 \pm 9,44$  mm en el grupo de 60 a 79 años y  $13,33 \pm 7,34$  mm en el grupo (80 años).

Al calcular el área grasa (AG), área muscular (AM) y masa muscular total (MMT) y sus correspondientes correcciones para hombres y mujeres, nuevamente evidenciamos que es el sexo quien establece la diferencia para AG ( $p < 0,001$ ) y MMT ( $p < 0,05$ ), indicándonos que la adiposidad y correspondiente reserva calórica de las mujeres es significativamente mayor que la de los hombres, quienes muestran mayor AM y MMT. Aún cuando las correspondientes medias de AG disminuyeron con la edad, las diferencias no fueron significativas. Tanto al AM como la MMT aumentaron ligeramente con la edad, pero tampoco las diferencias fueron significativas. En relación al Índice de Quetelet, tanto el sexo como la edad establecen la diferencia, con valores en las mujeres significativamente superiores y con valores en el grupo de 60 a 79 años significativamente inferiores. La media del índice de Quetelet es superior a lo reportado por otros autores en grupos de ancianos (3, 18).

La prevalencia de la mala nutrición en el grupo de ancianos estudiados fue diferente de acuerdo al indicador utilizado. Diferentes estudios han demostrado que el IMC, mejor conocido como Índice Quetelet, presenta alta correlación con las estimaciones de grasa corporal y con el peso (al menos en adultos jóvenes), siendo relativamente independiente de la talla, en comparación con los otros índices que utilizan un poder de la talla (11), por lo que se decidió escogerlo como indicador global del estado nutricional. Los datos nos muestran una alta prevalencia de sobrepeso en los hombres (42,6%) y de obesidad en las mujeres (42,6%). Solamente encontramos un anciano con Quetelet menor a  $18,5$  kg/m<sup>2</sup>. Cuando utilizamos el Porcentaje de Peso Ideal (%PI), disminuyó el sobrepeso en los hombres (25,5%) y aumentó el sobrepeso (34%) y la obesidad (48,9%) en las mujeres. Es de hacer notar, sin embargo que este último indicador utiliza un concepto de "peso ideal", el cual pudiera confundir el sobrepeso y la obesidad, entendiendo a la obesidad como el aumento de la masa grasa. Estos resultados claramente expresan las diferencias al utilizar diferentes indicadores y estándares de referencia para la evaluación nutricional y acentúan la necesidad de contar con normas y estándares para este grupo de edad, así como de criterios apropiados y puntos de corte que delimiten la definición de sobrepeso y obesidad en los ancianos.

Se utilizó el índice CIN/CAD a objeto de conocer el patrón de distribución del componente adiposo, por la asociación encontrada entre dicho patrón de distribución (predominancia superior) y la prevalencia de trastornos metabólicos (24) y predictor de enfermedades cardiovasculares (25-26). De esta forma encontramos una predominancia relativa de grasa en la parte superior (abdominal) del

cuerpo en el 21,3% de los hombres y 68,1% de las mujeres, lo que podría ser perjudicial en el desarrollo de las enfermedades antes mencionadas. A este respecto también hay gran necesidad de establecer valores normales y criterios de evaluación en ancianos (27).

**Evaluación Dietética:** De los resultados de la Tabla 4 se puede observar que el consumo de los hombres es significativamente superior a las mujeres para energía, carbohidratos y hierro ( $p < 0,001$ ) y para lípidos totales, vitamina A y tiamina ( $p < 0,05$ ). La dieta es francamente hiperlipídica con valores entre 35% y 36,8% del valor calórico total. La energía aportada por las proteínas varían entre 12,2% (> 80 años) hasta 15,1 % (sexo femenino), ligeramente superiores a las Recomendaciones para Venezuela (17), con valores de adecuación de 110,9% para los hombres y 114% para las mujeres (Tabla 5). Estos datos son consistentes con los resultados del Proyecto Venezuela en el Estado Zulia (28), en donde se observó un mayor consumo de lípidos en todos los grupos estudiados, en comparación con el resto del país, producto de los hábitos alimentarios que caracterizan a los habitantes de la región. Es así mismo muy semejante al patrón de la dieta de otros colectivos de ancianos reportados (29).

Con respecto a la vitamina A, encontramos consumos deficientes en todos los grupos. Aún cuando dada la metodología utilizada para la evaluación, podría haber un subregistro. Es necesario hacer notar que en Venezuela en la última década los datos de disponibilidades de vitamina A, medidas por las Hojas de Balance, son bajas y los datos de consumo aparente familiar para esta vitamina está en 846 µg-ER en el estrato más pobre de la población (30), por lo que se necesita mayores investigaciones con respecto a este nutriente.

El consumo de riboflavina fue de 77,9% de adecuación para los hombres y 97,3% para las mujeres, con niveles entre  $0,95 \pm 0,40$  mg/día (> 80 años) a  $1,09 \pm 0,48$  mg/día en los varones. Algunos estudios sugieren que con niveles de ingesta de 1,8 mg/día la actividad enzimática de la glutatión reductasa eritrocitaria es normal y que el estado nutricional de la riboflavina mejora con el envejecimiento en relación con la actividad de la enzima (31).

Los consumos de cobre y cinc son bajos en relación a los requerimientos. A tal efecto, se hace necesario puntualizar que en la mayoría de los estudios de nutrición, el consumo de alimentos se evalúa a través de tablas de composición de alimentos, las cuales proveen información, mayoritariamente, de la composición de alimentos crudos. Tales tablas contienen poca o insuficiente información de la concentración de nutrientes en alimentos y preparaciones ya cocinadas, y mucho menos información con respecto al contenido de minerales traza como Zn, Cu y otros de reconocida importancia en la nutrición. Esto unido al probable subregistro, dificulta la evaluación.

Aparte de estas consideraciones, el consumo promedio de minerales, vitaminas y fibra del grupo de ancianos fue menor en comparación con lo reportado por otros investigadores (19,30,33-34).

Nuestros resultados indican la existencia, en este grupo de ancianos, de una alta frecuencia de sobrepeso en ambos sexos y de obesidad en las mujeres, posiblemente asociado al desbalance de la dieta, caracterizada por alta ingesta de proteínas y grasas, y deficiente en fibra, vitamina A, riboflavina, cinc y cobre. Se hace necesario profundizar en el estudio de este grupo de edad en nuestro país, tratando de esclarecer los diferentes factores que afectan el estado nutricional de los ancianos, desde la disponibilidad, hasta aquellos

que afectan el consumo y la utilización biológica de los nutrientes.

Agradecimiento: Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia, por el apoyo recibido. Al Técnico José Chourio, por el manejo computarizado de los datos, a la Enfermera Mirtha de Bohórquez, por su dedicación en la atención de los ancianos y al Auxiliar de Laboratorio Rafael González, por su trabajo en cada una de las fases del estudio.

## REFERENCIAS

- National Research Council (USA). Committee on Diet and Health. Diet and Health implications for reducing Chronic Disease Risk. Washington DC: National Academy Press, 1989.
- Rudman, D. Nutrition and fitness in elderly people. *Am. J. Clin Nutr.* 49:917-927, 1989.
- Mantero-Atienza, E., R.S Beach, M.G. Sotomayor, G. Christakis, & M.K. Baum. Nutritional Status of institutionalized elderly in South Florida. *Arch. Latinoam. Nutr.* 42:242-249, 1992.
- Rozovsky, J. Nutrición en los Ancianos. En: La atención de los ancianos: Un desafío para los años noventa. Anzola Pérez, E., Galinsky, D., Morales-Martinez, F., Salas, A.R., Sanchez-Ayéndez, M. (Ed). OPS. Publ. Cient. 546. Washington D.C. p 245-266. 1994.
- Weiner, J. S. & J.A. Lourie: Human Biology. A Guide to field methods. Blackwell Scientific Publications (Ed). Oxford, 1969
- FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Manual de Procedimientos. Caracas, 1978
- Frisancho, A.R. New norms of upper limb and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:2540-2545, 1981.
- Heymsfield, S.B., C. McManus, J. Smith, V. Stevens, & D.W. Nixon. Anthropometric measurement of muscle mass: Revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am. J. Clin. Nutr.* 36:680-690, 1982.
- Forbes, G.B. & G.J. Bruining. Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am. J. Clin. Nutr.* 29: 1359-1366, 1976.
- Shetty, P.S. & James, W.P.T. Body Mass Index. A measure of chronic energy deficiency in adults. Food and Nutrition Paper 56. FAO. Rome, 1994
- Seidell, J.C., P. Deurenberg, & J.C. Hautvast. Obesity and fat distribution in relation to health. Current concepts and recommendations. *World. Rev. Nutr. Diet.* 50: 57-91, 1987.
- Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Publicación N° 50. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, 1994
- Gornican, A. *Inorganic Elements in foods used in hospital menus.* *J. Am. Dietet. A.* 56:397-403, 1970.
- Murphy, E.W., B. Wells Willis, & B.K. Watt. Provisional Tables on the zinc content of foods. *J. Am. Dietet. A.* 66:345-355, 1975.
- Freeland, J.H. & R.J. Cousins. Zinc content of selected foods. *J. Am. Dietet. A.* 68:526-529, 1976.
- Freeland-Graves, J.H., M.L. Ebangit, & P.W. Bodzy. Zinc and copper content of foods used in vegetarian diets. *J. Am. Dietet. A.* 77:648-654, 1980
- Instituto Nacional de Nutrición-Fundación Cavendes. Necesidades de Energía y Nutrientes. Recomendaciones para la Población Venezolana. Publicación N° 48. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, 1993.
- Ortega, R.M., G. Garrido, E. Turrero, M. Chamorro, E. Diaz Albo, E. & Pedro Andrés. Valoración antropométrica del estado nutricional de un colectivo de ancianos de Madrid (España). *Arch. Latinoam. Nutr.* 42: 26-35, 1992.
- Sahyoum, N.R., C.L. Otradovec, S.C. Hartz, R.A. Jacob, H. Peters, R. Russel, & Robert B. McGandy. Dietary intakes and biochemical indicators of nutritional status in an elderly institutionalized population. *Am. J. Clin. Nutr.* 47: 524-533, 1988.
- Frisancho, A.R. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 1990.
- Abraham, S., C.L. Johnson, & M.F. Najjar. Weight by height and age for adults 18-74 years, United States, 1971-1974, Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 1979: Series II: Data from the National Health Survey, N° 208 [ DHEW publ. N° (PHS) 79-1656].
- Rossmann, Y. Anatomic and body composition changes with aging. En: Handbook of the biology of aging. Finch, C.R., & L. Hayflick (Ed). New York: Van Nostrand Reinhold, 1977: p. 189-221.
- Amador, M., & Mirta Hermelo. Métodos para la evaluación de la composición corporal en humanos e indicadores bioquímicos para la evaluación del estado de nutrición. FACES. Colección con fines docentes N° 2. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1993.
- Krothiewsky, M., P. Björntorp, L. Sjöström, & U. Smith. Impact of obesity on metabolism in men and women. *J. Clin. Invest.* 72: 1150-1162, 1983.
- Larson, B., K. Svärdsudd, L. Welin, L. Wilhelmsen, P. Björntorp, P. & G. Tibblin. Abominal adipose tissue distribution, obesity and risk of cardiovascular disease and death. A 13-year follow-up of participants in the study of men born in 1913. *Br. Med. J.* 288:1401-1404, 1984.
- Lapidus, L., C. Bergtsson, B. Larsson, K. Pennert, E. Rybo, & L. Sjöström. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death. A 12-year follow-up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br. Med. J.* 289:1257-1261, 1984.
- Kuczmarsky, R.J. Need for body composition information in elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 50:1150, 1989.
- FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela-Estado Zulia. Caracas, 1985.
- Payette, H. & Katherine Gray-Donald. Dietary intake and biochemical indices of nutritional status in an alderly population, with estimates of the precision of the 7-d food record. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:478-488, 1991.
- Fossi, M., M.L. Alvarez, O. Rivas, W. Jaffe, & Hernán Méndez-Castellano. Consumo de alimentos en el área Metropolitana de Caracas y ciudades del interior de Venezuela en 1990. *An. Venez. Nutr.* 5:59-64, 1992.
- Garry, P.J., J.S. Goodwin, & W.C. Hunt. Nutritional status in a healthy elderly population: riboflavin. *Am. J. Clin. Nutr.* 36:902, 1982
- Thomas, A.J., V.W. Bunker, L.J. Hinks, N. Sodha, M.A. Mullee, & Barbara E. Clayton. Energy, protein, zinc and copper status of twenty-one elderly inpatients: analysed dietary intake and biochemical indices. *Br. J. Nutr.* 59:181-191, 1988.
- Abdulla, M., A. Behbehani, & Hussein, D. Dietary intake and bioavailability of trace elements. *Biolog. Trac. Elem. Res.* 21:173-178, 1989.

Recibido: 09-06-1995

Aceptado: 23-04-1996

## Consumo de alimentos y variables bioquímicas: reflejo del estado metabólico y nutricional en un grupo de adultos mayores de vida libre en Venezuela <sup>1</sup>

Nelly Zambrano<sup>2</sup>, Jorge Quintero<sup>3</sup>, Luis Falque<sup>4</sup>, Aída Souki<sup>5</sup>, Nelly Arias<sup>6</sup>, María Piñero<sup>7</sup>

Universidad del Zulia. Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética

**RESUMEN.** Como medio de obtener información para evaluar la calidad de vida de los adultos mayores y establecer posibles patrones de referencia locales, se determinó el estado metabólico y nutricional bioquímico en 211 adultos no institucionalizados, conformándose dos grupos: experimental ( $\geq 60$  años) y control ( $< 60$  años). El estado nutricional antropométrico fue evaluado por el Índice de Masa Corporal de Quetelet, el cual no permitió establecer diferencias estadísticamente significativas de acuerdo a la edad. La evaluación dietética por el método del Recordatorio de 24 horas evidenció el consumo de una dieta hiperlipídica, característica de la región, rica en proteínas y deficiente en energía, fibra, cobre y zinc. Las determinaciones bioquímicas de zinc, cobre, proteínas totales, albúmina, fosfatasa alcalina, triacilglicéridos, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL, glucosa e insulina se realizaron en el suero de los pacientes, previo ayuno de 12 horas. Con excepción de la albúmina, los datos no permitieron establecer diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) debidas exclusivamente a la edad; debidas al sexo o la edad-sexo se observaron diferencias ( $p < 0,05$ ) en: albúmina, triacilglicéridos, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL y cobre. Estudios similares pueden ser realizados en individuos institucionalizados o no, de diferentes niveles socioeconómicos, previa evaluación del estado nutricional por antropometría, composición corporal y medición del consumo de alimentos.

**SUMMARY.** Food intake and biochemical indicators: overall nutrition and metabolic status in a group of free-living elderly in Venezuela. To evaluate the quality of life, and to establish local reference standards, the nutritional and metabolic status were assessed in two-hundred-eleven non-institutionalized adults divided in two groups: the experimental ( $\geq 60$  years old), and the control ( $< 60$  years old). The anthropometric nutritional status was assessed with the Quetelet Index with no significant differences between the age groups. The 24-hour recall method in the dietetic evaluation showed a high lipid and protein diet, which is characteristic of the region. The diet is deficient in energy, carbohydrates, fiber, copper, and zinc. Biochemical determinations of zinc, copper, total protein, albumin, alkaline phosphatase, triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, glucose, and insulin, were performed on 12-hours fasting subjects without significant ( $p < 0,05$ ) age-based differences, except albumin levels, which reflects overall protein status. On the other hand, albumin, triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, and copper levels showed sex-based and age-sex-based significant differences ( $p < 0,05$ ). Similar studies should be made on institutionalized or free-living individuals, from different socioeconomic levels and a nutritional status assessed by anthropometric measures, body composition, and food intake.

### INTRODUCCION

Según las estimaciones de la Oficina Central de Estadística e Informática (1) se ha producido un incremento sostenido de la población de 60 años y más, con proyecciones de 5,7% en el año 2000 y 10,5% en el 2025, como resultado de las mejoras en la calidad de

vida de la población venezolana. Sin embargo este grupo de edad crece paralelo con los factores de riesgo para la nutrición y la salud, tales como: situación familiar, económica, cultural, psicológica y afecciones de las funciones fisiológicas propias de la edad, que afectan la ingesta, absorción y utilización de los nutrientes. Es aceptado que los cambios en la composición corporal, presentes en la ancianidad, disminuyen la tasa de metabolismo basal y la necesidad energética (2). Por otro lado algunos estudios sobre ingesta de energía y de nutrientes en adultos mayores de vida libre (3-6) han revelado que estos se encuentran por debajo de las 3/4 partes de las recomendaciones dietéticas de los Estados Unidos, lo cual pudiera afectar los niveles séricos de algunas variables bioquímicas (7), tales como: cinc, cobre, proteínas totales, albúmina y colesterol (8, 9).

La población de mayor edad tiene tendencia a aumentar el tejido adiposo a expensas de la masa corporal magra (10), así como también a presentar baja ingesta energética (11-13), ingesta proteica por encima de las recomendaciones, en ancianos no institucionalizados (14,13), alto consumo de lípidos, con mayor incidencia en los hombres (15,16), bajo consumo de fibra (17), y consumo de zinc y

- 1 Financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Proyecto No. S1-2389 y por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES), de la Universidad del Zulia, Proyecto No. 1051-92.
- 2 Profesor Titular. Coordinadora del Programa de Atención Nutricional al Anciano.
- 3 Profesor Titular. Jefe de la Sección Análisis de Alimentos.
- 4 Profesor Titular. Coordinador del Laboratorio de Investigación en Nutrición.
- 5 Profesor Agregado. Coordinadora de la Cátedra de Bioquímica.
- 6 Profesor Asistente. Cátedra de Bioquímica.
- 7 Becario Académico y de Investigación. Departamento de Ciencias de los Alimentos.

cobre por debajo de lo recomendado (18- 21). Por otra parte, los valores séricos de cinc y cobre han revelado cambios con la edad (22,19,21), con pérdida de actividad de la fosfatasa alcalina, atribuible directamente a la deficiencia de cinc, al menos en animales de experimentación (21). Los niveles de proteínas totales no muestran cambios significativos (13), y hay discrepancias en los niveles de albúmina en suero (23,17) sabiéndose que el zinc del plasma está unido principalmente a la albúmina (21). Así mismo se ha asociado la deficiencia de cobre con altos niveles de colesterol total (24), encontrándose que la ancianidad se acompaña de sobrepeso, obesidad e intolerancia a la glucosa (25,30), con niveles de insulina normal o hiperinsulinemia (25,29).

Tomando en consideración lo expuesto se planteó en esta investigación caracterizar a un grupo de población  $\geq 60$  años a través de una evaluación antropométrica, dietética y de algunas variables bioquímicas, para detectar si se producen cambios al compararla con una población  $< 60$  años de igual condición socioeconómica y de vida libre.

## MATERIAL Y METODO

**Sujetos:** Se estudiaron 211 individuos seleccionados de un área de bajos ingresos económicos de la ciudad de Maracaibo, no institucionalizados que fueron divididos en dos grupos de estudio. Grupo Control (n=108) con edad de 40 a 59 años, formado por 50 hombres (edad: 50,48 $\pm$ 5,45 años) y 58 mujeres (edad: 49,60 $\pm$ 5,71). Grupo Experimental (n=103) con edad  $\geq 60$  años, formado por 52 hombres (edad: 70,07 $\pm$ 6,51 años) y 51 mujeres (edad: 69,03 $\pm$ 6,04 años).

**Evaluación Nutricional Antropométrica:** Las medidas de peso y talla fueron tomadas por los nutricionistas del equipo, previamente estandarizados, siguiendo las normas recomendadas por el Programa Biológico Internacional (31), descritas en el manual de procedimientos del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana (32).

Se utilizó el Índice de Masa Corporal (IMC) de Quetelet (kg/m<sup>2</sup>), para determinar el estado nutricional, considerando déficit a todo valor menor de 18,5 kg/m<sup>2</sup>; normal de 18,5 a 25,0 kg/m<sup>2</sup>; sobrepeso de 25,01 a 30,0 kg/m<sup>2</sup> y obesidad por encima de 30,0 kg/m<sup>2</sup> (33). Los valores fueron obtenidos por un programa computarizado.

**Estudio Dietético:** La evaluación dietética se realizó por Recordatorio de 24 horas, referido a un «día típico», utilizando la técnica de la entrevista al propio sujeto y llevada a cabo por un nutricionista especialmente entrenado, ayudándose con modelos plásticos de alimentos y medidas prácticas de uso cotidiano. Los datos fueron posteriormente transformados en términos de energía y nutrientes utilizando los valores de la Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico de Venezuela (34), y los datos de otros estudios (35-38) para los valores de cinc y cobre. Por un programa computarizado se obtuvo el consumo individual de macronutrientes y de los oligoelementos. La adecuación de la ingesta calórica y de nutrientes se realizó comparándolos con las Recomendaciones Nutricionales para Venezuela (39).

## DETERMINACIONES BIOQUÍMICAS

**Toma de muestra:** Previo ayuno de 12 horas, a cada individuo se le extrajeron 20 ml de sangre en la mañana, se separó el suero por

centrifugación y se realizaron de inmediato las pruebas basadas en sistemas enzimáticos, minimizando la contaminación con zinc. Las muestras que presentaron visible hemólisis se descartaron.

**Proteínas totales y albúmina:** El contenido de proteínas se determinó por la técnica colorimétrica de Biuret. La intensidad del color producido, fue medida a 550 nm en un Espectrofotómetro PERKIN ELMER, LAMBDA 3B, y la albúmina se midió utilizando material comercial (SIGMA DIAGNOSTICS St. Louis, USA), basado en el método colorimétrico de Verde Bromocresol. Las observaciones del test y el patrón fueron medidas a 630 nm en el mismo espectrofotómetro.

**Fosfatasa alcalina.** La concentración de fosfatasa alcalina se obtuvo utilizando material comercial enzimático (LABTEST SISTEMAS DIAGNOSTICOS LTDA). Las observaciones del test y el patrón fueron leídas a 590 nm en el espectrofotómetro ya citado.

**Triacilglicéridos (TAG), Colesterol total (cT), Colesterol de HDL (cHDL).** Todas las fracciones lipídicas fueron determinadas utilizando material comercial enzimático (BOEHRINGER MANNHEIN GMBH DIAGNOSTICA) en el espectrofotómetro referido. El colesterol de LDL (cLDL) se calculó según la fórmula de Friedewald (40).

**Glucosa e insulina.** La glicemia fue medida por el método de glucosa oxidasa usando material comercial enzimático (BOEHRINGER MANNHEIN BIOCHEMICALS) con autoanizador de Química RA (50). Los niveles séricos de insulina fueron medidos por Radioinmunoensayo de fase sólida, usando material comercial (BOEHRINGER MANNHEIN BIOCHEMICALS).

**Zinc y cobre.** El contenido de zinc y cobre en suero fue medido por Espectrofotometría de Absorción Atómica (PERKIN ELMER, modelo 3100 con sistema óptico de doble haz real, corrector de ruido de fondo) siguiendo las técnicas estandarizadas descritas (41, 42). Se prepararon soluciones patrones de 0,25, 0,50, 1,00 y 1,50 ppm de zinc y cobre, a partir de la solución madre de 1 mg/ml (PERKIN ELMER CORPORATION ATOMIC SPECTROSCOPY STANDARD) en solución glicerina al 5% (Glicerina, Fisher Scientific C.O) y matriz de macro electrolitos a niveles fisiológicos, con una velocidad de aspiración de 6,6 ml/minuto.

**Análisis Estadístico.** Los resultados obtenidos son expresados en términos de Promedio $\pm$ Desviación Estándar y las comparaciones de promedio para cada variable fueron realizadas por el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico SAS (43) con un 95% de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Evaluación nutricional antropométrica:** Estudios recientes muestran alta correlación del Índice de Masa Corporal (IMC) de Quetelet con las estimaciones de grasa corporal y con el peso, principalmente en adultos (33), siendo además relativamente independiente de la talla, la cual tiende a decrecer con la edad avanzada, sobre todo en las mujeres (44). Al utilizar este indicador como medida para evaluar el estado nutricional antropométrico (Tabla 1), indicó la presencia y prevalencia de la malnutrición en los dos grupos

de población estudiados. Los resultados muestran alta prevalencia de sobrepeso, sobre todo en los hombres de ambos grupos (22,9%), así como una prevalencia importante de obesidad en las mujeres tanto del grupo menor de 60 años (19,5%), como en el grupo  $\geq 60$  años (27,1%); esta tendencia al sobrepeso y la obesidad está en concordancia con lo reportado por otro estudio en ancianos europeos (45) el cual mostró un 49% con sobrepeso y un 21% con obesidad, sin especificar sexo. La clasificación según el IMC, no permitió establecer diferencias significativas entre grupos de un mismo sexo de diferentes edades.

TABLA 1  
Clasificación del estado nutricional según el índice de masa corporal <sup>1</sup>

ESTADO DE NUTRICION	<60 AÑOS		≥ 60 AÑOS	
	HOMBRES n=45	MUJERES n=42	HOMBRES n=26	MUJERES n=22
Déficit	1,2(1)	—	—	2,1(1)
Normal	24,2(21)	13,8(12)	16,7(8)	6,2(3)
Sobrepeso	22,9(20)	14,9(13)	22,9(11)	10,4(5)
Obesidad	3,5(3)	19,5(17)	14,6(7)	27,1(13)

<sup>1</sup> Índice de Quetelet      () Número de Observaciones  
Porcentajes calculados en base al número de individuos de cada Grupo de Edad.

**Consumo de alimentos.** La Tabla 2 muestra el consumo y la adecuación de energía y nutrientes de la dieta en ambos grupos, observándose un pequeño descenso en el consumo energético del grupo de mayor edad y en ambos sexos. La diferencia estadística se establece entre los sexos en los dos grupos, aún cuando los porcentajes de adecuación son bastantes similares. Estos resultados concuerdan con estudios en otros países (11-13,17), donde se observó una ingesta energética baja para ambos sexos en los grupos de ancianos estudiados. No obstante, se ha sugerido que hay disminución de las necesidades energéticas basadas en un menor requerimiento por la pérdida del tejido metabólicamente activo y la disminución de la actividad física (16), sugiriendo que nuestro patrón de comparación estaría sobrestimado, tal como ha sido reportado (46). De esta forma los porcentajes de adecuación obtenidos serían más altos, con balances positivos de energía más acentuados, lo que se relaciona con el sobrepeso y obesidad detectados, además del alto consumo de lípidos que mostró el grupo estudiado.

En relación al consumo de proteínas, observamos diferencias significativas debida al sexo en el grupo de mayor edad. Los porcentajes de adecuación siempre estuvieron elevados con respecto a las Recomendaciones Nutricionales (39). Resultados obtenidos en ancianos de vida libre han revelado ingesta proteica por encima de las recomendaciones (13), no estableciéndose relación entre la ingesta proteica y las concentraciones de proteínas en suero (13,14).

TABLA 2  
Consumo y adecuación de energía y nutrientes en el grupo control y experimental

NUTRIENTE	< 60 AÑOS				≥ 60 AÑOS			
	HOMBRES n=50	AD %	MUJERES n=58	AD %	HOMBRES n=52	AD %	MUJERES n=51	AD %
Energía (kcal/día)	2086±972,4a	74,5	1677±410,2b	79,8	2016±599,9a	87,6	1523±392,8b	84,6
Proteínas (g/día)	69,4±26,6ab	107,8	60,9±16,8ab	122,0	71,7±32,1a	110,9	57,4±18,8b	114,0
Cal de Proteínas (%)	13,3		14,6		14,3		14,9	
Lípidos (g/día)	73,7±30,7ab	105,7	65,1±22,1a	122,6	82,4±34,1b	141,4	59,2±25,7c	131,1
Cal de Lípidos (%)	31,9	34,8		36,6		34,9		
Carbohidratos (g/día)	285,9±172,3a	64,22	12,1±77,6b	59,6	247,5±76,3a	65,1	191,1±56,4b	63,7
Cal de Carbohidratos (%)	54,8		50,6		49,1		50,2	
Fibra ( g/día)	7,2±8,4a	36,0	3,7±1,3b	18,5	5,6±4,8a	28,0	3,4±2,1b	17,0
Zinc ( mg/día)	4,4±2,4a	29,4	4,9±2,5a	41,5	4,8±1,8a	32,0	4,4±1,5a	36,4
Cobre ( mg/día)	0,8±0,6a	50,0	0,6±0,3a	40,0	0,6±0,5a	42,7	0,6±0,3a	42,0

Letras distintas (en sentido horizontal) denotan diferencias significativas (  $p < 0,05$  )  
AD = Adecuación del consumo en base a las recomendaciones nutricionales

Nuestros resultados indican que la ingesta de lípidos en el grupo de población estudiada es alta con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre hombres y mujeres del grupo de mayor edad así como diferencias debido a la edad-sexo entre los hombres del grupo menor de 60 años con las mujeres del grupo de mayor edad, y entre los hombres del grupo  $\geq 60$  años con las mujeres de ambos grupos de edad, lo que confirma los hallazgos reportados en diferentes partes del mundo (16), apreciándose un aporte calórico proveniente de los lípidos por encima del 30 % del consumo energético total en todos, y con porcentajes de adecuación por encima del 100%, lo cual confiere características hiperlipídicas a la dieta. Estos datos son consistentes

con lo reportado por el Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana en el Estado Zulia (47), el cual mostró el mayor consumo de lípidos en todos los grupos socioeconómicos cuando se comparó con el resto del país.

El consumo de hidratos de carbono mostró diferencia ( $p < 0,05$ ) entre los hombres y las mujeres, en ambos grupos; siendo este consumo bajo para ambos sexos según los porcentajes de adecuación obtenidos. Se observó en la dieta de este grupo de población bajo consumo de alimentos ricos en hidratos de carbono complejos tales como frutas, vegetales y cereales integrales, que contienen fibra y otros nutrientes y en su lugar predominan alimentos ricos en sacarosa,

similar al patrón reportado para otros grupos poblacionales (48).

El consumo de fibra siempre estuvo bajo, en los dos grupos y en ambos sexos, por las razones antes expuestas y por los hábitos de consumo de la población zuliana, con diferencias ( $p < 0,05$ ) debidas al sexo en ambos grupos de edad. Valores similares a nuestros resultados fueron reportados para una población adulta, sin discriminar sexo, con cifras de 4,50 g/día (17), y otro estudio realizado en ancianos de vida libre informó un consumo de fibra de 6,3 g (18), valor este considerado bajo, para las recomendaciones actuales (39).

La ingesta dietética del zinc no indicó diferencia estadísticas significativas debidas a la edad, sexo o edad-sexo (Tabla 2). La adecuación fue siempre baja, cuando se comparó con las necesidades de 15 mg/día y 12 mg/día para los respectivos grupos según las Recomendaciones para la Población Venezolana (39).

Es frecuente la ingesta de zinc por debajo de las Recomendaciones, tal y como lo indican los valores aportados por nuestra investigación y los de otros investigadores (49,16,21). Creemos que en la estimación de este oligoelemento existe un subregistro, al utilizar tablas que no son propias de nuestro país (35-38), lo que limita la inclusión de algunos alimentos. Además las tablas de composición se refieren a los alimentos crudos, lo cual no es seguro para estimar la ingesta de minerales trazas (6). Por otro lado, el zinc es muy abundante en carnes rojas, algunos mariscos y germen de cereales, lo cual también proporciona un aporte proteico importante, tal como lo reveló la ingesta de proteínas de nuestro estudio, sugiriendo un aporte de zinc mayor al que muestra la ingesta dietética. Así mismo no fue

posible cuantificar la ingestión de zinc proveniente de la contaminación existente en la preparación de alimentos.

La ingesta de cobre también fue baja (Tabla 2) con porcentajes de adecuación por debajo del 50% tanto para los hombres como para las mujeres de ambos grupos. Sin encontrarse diferencias significativas debida al edad, sexo o edad-sexo. Otras investigaciones en ancianos han mostrado cifras menor a 2 mg/día (18,19). Los datos reportados indican que las ingestas medias están por debajo de las recomendaciones de Food and Nutrition Board (1,5 a 3,0 mg/día), con cifras promedio para los hombres de 1,2 mg/día y para las mujeres de 0,9 mg/día (50). Pensamos que los datos obtenidos para cobre están igualmente afectados por problemas de subregistro tal y como los ya indicados para el cinc.

### VARIABLES BIOQUIMICAS

Los valores promedio y su correspondiente desviación estándar en todas las variables bioquímicas estudiadas se presentan en la Tabla 3. Al igual que en el estudio dietético, no observamos diferencias significativas debido a la edad en la mayoría de las variables.

ZINC. Las concentraciones de este oligoelemento (70-150  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) fueron muy similares entre los dos grupos de edad, por lo que no hubo diferencia significativa por edad ni por sexo. Hasta ahora no se ha reconocido que el envejecimiento sea responsable de los bajos niveles de zinc en suero o plasma que han reportado algunos estudios (16).

TABLA 3  
Variables metabólicas y bioquímicas en los grupos control y experimental

Nutriente VARIABLES	< 60 AÑOS		≥ 60 AÑOS	
	HOMBRES N=50	MUJERES N=58	HOMBRES N=52	MUJERES N=51
EDAD (años)	50,5±5,5a	49,6±5,6a	70,1±6,7a	69,0±6,0a
PROTEINAS TOTALES (g/dl)	6,5±0,3a	6,5±0,4a	6,4±0,3a	6,4±0,4a
ALBUMINA (g/dl)	4,4±0,5a	4,6±0,5a	4,2±0,3b	4,2±0,6b
FOSFATASA ALCALINA (UI/l)	37,8±7,3a	39,3±9,1a	37,1±7,1a	38,5±7,1a
TRIACILGLICERIDOS (mg/dl)	196,4±85,6a	162,9±54,0a	128,1±50,3c	155,4±53,7d
COLESTEROL TOTAL (mg/dl)	190,4±39,1a	192,4±29,4a	176,1±28,2a	200,9±31,5a
COLESTEROL HDL (mg/dl)	36,6±5,9a	46,3±9,2b	40,4±8,1c	44,9±7,0d
COLESTEROL LDL (mg/dl)	106,2±30,4ac	112,4±30,2b	108,3±26,6c	123,3±26,3c
GLUCOSA (mg/dl)	91,3±22,5a	88,9±12,4a	87,0±17,4a	96,2±27,6a
INSULINA ( $\mu\text{UI}/\text{ml}$ )	11,7±6,6a	11,1±5,5a	9,8±5,0a	12,0±7,4a
ZINC ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	100,1±19,6a	101,4±13,7a	107,1±20,4a	100,3±22,4a
COBRE ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	79,4±16,9a	96,3±23,0b	82,8±17,4c	102,2±31,5d

Las letras distintas (en sentido horizontal) denotan diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Los valores obtenidos en el grupo experimental ( $\geq 60$  años), fueron más elevados que los reportados en ancianos por algunos autores (51,19,22). Estudios recientes han revelado valores en plasma muy similares a los encontrados por nosotros en suero (52,21); sin reportar diferencias significativas por sexo. Varios factores pueden incidir en los distintos resultados, aún controlando algunas variables, existen diferencias geográficas, raciales, nutricionales y metodológicas de laboratorio que pueden escapar al control del investigador. En nuestra investigación el método usado (42), registra un incremento de 15% en el caso del cobre y un 8 % para el zinc, con relación a otra

metodología (41) que no considera agregar al suero la matriz de macro electrolitos a nivel fisiológico, lo cual es importante para evitar la interferencia debida a estos. Las concentraciones obtenidas en suero no guardan relación con la ingesta, aunque creemos que ésta es mayor por la vía de los alimentos, si tomamos en consideración la adecuación de proteínas e ingesta calórica en el rango de adecuación normal y una baja adecuación de fibra y carbohidratos con poca ingesta de vegetales que evita la presencia de fitato, considerado el inhibidor dietario mas importante en la biodisponibilidad del zinc (53,54). Es posible que la dieta esté suplementada con vitaminas y

minerales como una práctica común de la población anciana (55), a pesar de que la evaluación dietética no reveló ingesta de suplementos., considerados de alto costo en nuestro país. Cuando las comidas contienen 1/3 de las recomendaciones diarias de zinc, no se alteran los niveles de cinc sérico (56).

**Cobre:** Tal como muestra la Tabla 3, las mujeres tienen valores superiores al de los hombres en cada grupo de edad, lo que establece diferencia ( $p < 0,05$ ) debido al sexo, así como al sexo y a la edad entre los hombres del grupo experimental ( $\geq 60$  años) y las mujeres del grupo control ( $< 60$  años), y entre las mujeres del grupo experimental y los hombres del grupo control. En general los resultados del grupo  $\geq 60$  años muestran cifras menores a las reportadas (19,21,22); los valores más altos en las mujeres con diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), también ha sido observada por otros autores (57,19), así como para la edad y el sexo (21). Aunque ya hemos argumentado sobre un subregistro que no revela el verdadero consumo de nuestro grupo de ancianos, hay que considerar también algunas intervenciones en la biodisponibilidad del cobre, tales como, cinc, ácido ascórbico y fructosa (58). De ser cierto que existe un subregistro de suplementación de cinc pudiera aumentar la excreción fecal de cobre hasta producir un balance negativo (59).

**Proteínas totales.** Los resultados no permitieron detectar diferencias significativas entre los grupos por edad ni por sexo. Los resultados del grupo de mayor edad son comparables a los reportes de otros investigadores (4,8), quienes han indicado que la proteína sérica no esta significativamente disminuida con la edad. Pueden ocurrir cambios en la concentración total de proteínas, en una, varias o todas sus fracciones; también es posible que ocurran cambios significativos en diferentes direcciones, en distintas fracciones sin cambios significativos en la concentración total, tal como se presenta aparentemente en nuestro estudio, donde la concentración promedio de proteínas totales, aunque dentro de los valores normales, lo hace cerca del límite inferior (6,3 g/dl), observándose casos de hipoproteïnemia, los cuales se encuentran en muchos estados de enfermedades no relacionados entre si, lo que origina una disminución en los valores promedios de globulinas, aún por debajo del rango publicado (60).

**Albumina.** Los valores del grupo  $< 60$  años (control) son ligeramente superiores a los del grupo experimental. Se establece diferencia ( $p < 0,05$ ) debido a la edad entre las mujeres, así como entre los hombres del grupo de mayor edad con las mujeres del grupo de menor edad y entre las mujeres del grupo (60 años) con los hombres del grupo  $< 60$  años. Algunos investigadores han reportado un ligero descenso de los niveles séricos de albúmina con la edad (17,23); en oposición a quienes no revelan tal diferencia (8); por lo que consideramos necesario profundizar más sobre los efectos que tiene la edad y la ingesta de proteínas en la síntesis y catabolismo de la albúmina, ya que el impacto de la edad no ha sido definido (61,16).

**Fosfatasa alcalina.** Con respecto a esta variable no encontramos diferencia significativa entre los grupos (Tabla 3); aunque los valores para las mujeres fueron discretamente más elevados, presentan un comportamiento semejante a lo reportado en un estudio en ancianos negros (62), y a lo encontrado en jóvenes y adultos chinos (63) donde se estableció diferencia significativa debido a la edad y al sexo.

Los altos valores de la actividad de la fosfatasa del grupo experimental, similares a los del grupo control pueden deberse a

obstrucción de la vía normales de excreción (60), a la suplementación con cinc (64,7), al aumento de la edad (65) pero secundario a enfermedades óseas, renales o malabsorción.

**Triacilglicéridos (TAG).** Se establece diferencia ( $p < 0,05$ ) debido al sexo dentro de un mismo grupo y debido a la edad entre los hombres. Los resultados obtenidos son contradictorios en relación con la edad, algunos autores reportan incremento en ambos sexos (66,67), otros muestran incrementos hasta los 50 años sólo en hombres (68), y otros indican que los niveles de TAG disminuyen con la edad en individuos sobre los 60 años, especialmente en los hombres (69,70), en concordancia con nuestros resultados. En el grupo  $\geq 60$  años, las mujeres tienen cifras significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) a la de los hombres, tal como lo han revelado algunos estudios (71,67) y opuesto a lo encontrado en el grupo de menor edad. Investigaciones previas (66) han mostrado valores promedios de TAG en mujeres de cualquier edad, siempre inferiores a los de los hombres. Otros autores no encontraron diferencia significativa debido al sexo (72).

**Colesterol Total (cT).** Se notan valores ligeramente superiores en las mujeres con respecto a los hombres de un mismo grupo, estableciéndose diferencias ( $p < 0,05$ ) debido al sexo en el grupo experimental, debida a la edad entre los hombres y a la edad-sexo entre los hombres del grupo experimental y las mujeres del grupo control.

Se ha reportado diferencia significativa con valores de cT aumentado con la edad en ambos sexos (73,66), haciéndose máximos los valores en el hombre a la edad de 50-60 años, contrario a nuestros resultados, y de 60-70 años en la mujer y que sólo después de la menopausia el promedio de cT frecuentemente es superior en la mujer (73), como sucede aparentemente en nuestro estudio.

La diferencia ( $p < 0,05$ ) debido a la edad entre los hombres, muestra el valor más elevado de cT en los del grupo control y coincide con lo reportado (70), donde se muestra un descenso de los valores de cT con la edad, sobre los 60 años, y en oposición con otro estudio (66).

Las mujeres del grupo  $\geq 60$  años presentan diferencias ( $p < 0,05$ ) debido a la edad con las mujeres del grupo  $< 60$  años y debido al sexo con los hombres de su mismo grupo, presentando en ambos casos valores superiores, coincidiendo esto con algunos estudios (66, 67, 71-73), en oposición a otros (69).

**Colesterol de HDL (cHDL).** Las mujeres presentan valores promedios por encima de los hombres de un mismo grupo (Tabla 3), lo que ocasiona diferencia ( $p < 0,05$ ) debido al sexo en un mismo grupo de edad y está de acuerdo con lo reportado (66). Además existe diferencia debido a la edad entre los hombres y debido a la edad y al sexo entre los hombres del grupo  $\geq 60$  años (experimental) y las mujeres del grupo  $< 60$  años (control); y entre las mujeres del grupo experimental y los hombres del grupo control.

Dado que los niveles de cHDL no se elevan con la edad en ambos, está en oposición con lo reportado (69) y con otro estudio que establece que hay una ligera declinación de cHDL con la edad en el hombre, pero no en la mujer (66).

**Colesterol de LDL (cLDL).** Investigaciones realizadas en poblaciones de ancianos establecen que el cLDL se eleva con la edad (74,75), en nuestro estudio los niveles de cLDL tanto en los hombres como en las mujeres del grupo experimental, registraron un ligero

incremento no significativo al compararlo con el mismo sexo del grupo control. Por otra parte se observa que las mujeres del grupo de más edad presentan diferencias ( $p < 0,05$ ) con los hombres de los dos grupos, lo que se explica por la secreción de estrógenos que tienden a disminuir los niveles de cLDL en la mujer hasta la menopausia (75), y que después de ésta los niveles de cLDL son más elevados en las mujeres que en los hombres de la misma edad (75).

**Glucosa.** Se observa que el valor promedio en las mujeres del grupo experimental es más elevado que el de las del grupo control. Lo opuesto se presenta en los hombres del grupo control que muestran niveles de glucosa sérica más altos que los hombres del grupo experimental (Tabla 3). No se encontró diferencia significativa por edad ni por sexo en la población estudiada.

Aunque un estudio (76) no muestra efecto aparente de la edad sobre la concentración de glucosa en ancianos, otros han demostrado que la intolerancia a la glucosa es una característica bien reconocida del envejecimiento humano (25-30). Según estudios realizados, el efecto de la edad sobre los niveles de glucosa en ayunas es pequeño, aproximadamente 1 mg/dl/década (25). Los resultados para las mujeres del grupo  $\geq 60$  años coincide con lo reportado en estudios previos (25,28,30), quienes además confirmaron sus investigaciones con pruebas más específicas para determinar interrelación de la glucosa y la secreción de insulina, como es el test de tolerancia glucosada oral y test de tolerancia glucosada intravenosa (25,27,29).

**Insulina.** Los datos no mostraron diferencia significativa entre los dos grupos de edad. Se observa en la Tabla 3, que los valores del grupo experimental, son discretamente más elevados que los del grupo control.

Ciertas discrepancias muestran los resultados obtenidos en investigaciones anteriores, cuyas conclusiones son las mismas a las obtenidas para el grupo femenino, es decir, el envejecimiento causa un incremento en los niveles de glucosa sanguínea, relacionado probablemente con la secreción de insulina (25,26,28) y los mecanismos de insulino resistencia en la ancianidad (25-30). También debe tomarse en cuenta que dicho deterioro se acentúa por la frecuente coexistencia de obesidad, enfermedades crónicas y carencia de actividad física, lo cual está relacionado con el proceso de envejecimiento, que de no ser bien controlado puede acentuar el efecto de la edad sobre las concentraciones de glucosa sanguínea.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos obtenidos permiten realizar una evaluación metabólica y nutricional según varios indicadores que actúan por sí mismos o correlacionados. De esto podrían surgir nuevos estudios que delimiten muchos factores, para evitar aquellos cuyos efectos se suman o se anulan; así tenemos que la agrupación atendiendo a la edad y al sexo presentó niveles variables del estado nutricional (normal, sobrepeso y obesos) en todos los grupos estudiados y solamente dos casos aislados de déficit en los dos grupos. Coincidentemente no se presentaron diferencias significativas en las pruebas bioquímicas para estos grupos, lo que contradice el planteamiento de que la edad es responsable de los cambios bioquímicos. Un comportamiento hasta cierto punto independiente de la edad puede esperarse de poblaciones institucionalizadas o de vida libre con un consistente patrón dietario, con apoyo familiar, sin enfermedades que interfieran con la ingestión, utilización y absorción de nutrientes, y de edad avanzada no extrema; lo cual amerita investigaciones futuras.

### AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Proyecto S1-2389, por el soporte financiero para la adquisición de los equipos y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia, Proyecto 1051-92, por el financiamiento de los materiales y reactivos. Así, mismo los autores expresan su reconocimiento a los Nutricionistas: Emelina Barroso, Rosario Colomé y Yimi Vera; Enfermera Mirtha Villalobos y al auxiliar de laboratorio Rafael González, quienes participaron en el trabajo de campo que sirvió de base a esta investigación. Al técnico José Chourio por su valioso aporte en el proceso de la información.

### REFERENCIAS

1. Oficina Central de Estadística e Informática. Estimaciones y Proyecciones de la Población 1950-2025. Caracas. 1985.
2. Chandra R., A. Imbach, C. Moore, D. Skelton & D. Woolcott. Nutrition of the elderly. *Can. Med. Assoc. J.* 145(11) 1475-1485, 1991.
3. Havilir D., S. Murillo, E. Robles, A. Trejos & L. Mata. Nutritional status of the elderly in Palmare, Costa Rica. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 33(2). 409-422, 1983.
4. Sahyoun N., C. Otraduvec, S. Hartz, R. Jacob, H. Peters, R. Russell & R. McGandy. Dietary intakes and biochemical indicators of nutritional status in an elderly, institutionalized population. *Am. J. Clin. Nutr.* 47:524-533, 1988.
5. Thomas A., V. Bunker, L. Hinks, N. Sodha M. Mullee & B. Clayton. Energy, protein, zinc and copper status of twenty-one elderly inpatients: analysed dietary intake and biochemical indices. *Br. J. Nutr.* 59:181-191, 1988.
6. Abdulla M., B. Abdulla & H. Dashti. Dietary intake and bioavailability. *Biol. Trace Element Research.* 21:173-178, 1989.
7. Weismann K. & H. Hoyer. Serum alkaline phosphatase and serum zinc levels in the diagnosis and exclusion of zinc deficiency in man. *Am. J. Clin. Nutr.* 41:1214-1219, 1985.
8. Rivlin R. Nutrition and the health of the elderly. A growing concern for all ages *Arch. Intern. Med.* 43:1200-1201, 1983.
9. Michael N., A. Black, J. Morris & T. Cole. Between-and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision. *Am. J. Clin. Nutr.* 50:155-167, 1989.
10. Mitchell C. & D. Lipschitz. Detection of protein - calorie malnutrition in the elderly. *Am. J. Clin. Nutr.* 35:398-406, 1982.
11. O'Hanlon P. & M. Kohrs. Dietary studies of older Americans. *Am. J. Clin. Nutr.* 31:1257-1269, 1978.
12. Lane H., D. Warren, B. Taylor & E. Stool. Blood selenium and glutathione peroxidase levels and dietary selenium of free-living and institutionalized elderly subjects. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 173:87-95, 1983.
13. Munro H., R. McGandy, S. Hartz, R. Russell, R. Jacob & C. Otraduvec. Protein nutrition of a group of free-living elderly. *Am. J. Clin. Nutr.* 46:586-592, 1987.
14. Yearick E., M.-S. Wang & S. Pias. Nutritional status of the elderly: dietary and biochemical findings. *J. Gerontol.* 35:663-671, 1980.
15. FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela - Estado Zulia. Caracas, 1985.
16. Schlenker, Eleanor. Nutrición en el envejecimiento. España, Ed. Mosby/Doyma Libros, 1994 p.103, 64, 161, 254, 117.
17. Payett H. & K. Gray-Donald. Dietary intake and biochemical indices of nutritional status in an elderly population, with estimates of the precision of the 7-d food record. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:478-488, 1991.
18. Hutton C. & R. Hayes - Davis. Assessment of the zinc nutritional status of selected elderly subjects. *J. Am. Diet. Assoc.* 82:148-153, 1983.
19. Bogden J., J. Oleske, E. Munves, M. Lavenhar, K. Bruening, F. Kemp, K. Holding, T. Denny & D. Louria. Zinc and immunocompetence in the elderly: baseline data on zinc nutrition and immunity in unsupplemented subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 46:101-109, 1987.
20. Recommended dietary allowances, 10th ed Washington, Dc: National

- Research Council. National Academy Press, 1989. p.205.
21. Prasad A., J. Fitzgerald, J. Hess, J. Kaplan, F. Pelen & M. Dardenne. Zinc deficiency in elderly patients. *Nutrition* 9(3):218-224, 1993.
  22. Vir S. & H. Love. Zinc and copper status of the elderly. *Am. J. Clin. Nutr.* 32:1472-1476, 1979.
  23. Campion E., L. Delabry & R. Glynn. The effect of age on serum albumin in healthy males: report from the normative aging study. *J. Gerontol* 43(1):M18-20, 1988.
  24. Davis, G. & W. Mertz. Copper. In: Trace elements in human and animal nutrition. New York. Academic Press 5th ed, 1986. pp.301-364.
  25. Davidson M. The effect of aging on carbohydrate metabolism: a review of the english literature and a practical approach to the diagnosis of diabetes mellitus in the elderly. *Metabolism*. 28(6):688-705, 1979.
  26. Defronzo R. Glucose intolerance and aging. Evidence for tissue insensitivity to insulin. *Diabetes*. 28:1095-1101, 1979.
  27. Offenbacher E. & X. Pi-Sunyer. Beneficial effect of chromium-rich yeast on glucose tolerance and blood lipids in elderly subjects. *Diabetes*. 29:919-925, 1980.
  28. Rosenthal M, L. Doberne, M. Greenfield, A. Widstrom & G. Reaven, Effect of age glucose tolerance, insulin secretion, and in vivo insulin action. *J. Am. Geriatr. Soc.* 30(9):562-567, 1982.
  29. Fink R., P. Wallace & J. Olefsky. Effects of aging on glucose-mediated glucose disposal and glucose transport. *J. Clin. Invest., Inc.* 77:2034-2041, 1986.
  30. Chen M., R. Bergman & D. Porte Jr. Insulin resistance and B-cell dysfunction in aging: The importance of dietary carbohydrate. *J. Clin. Endocrinol Metab.* 67(5):951-957, 1988.
  31. Weiner J. & J. Lourie. *Human Biology. A Guide to field methods.* Blackwell Scientific Publications (Ed). Oxford, 1969.
  32. FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Manual de Procedimientos. Caracas, 1978.
  33. Shetty P. & W.P.T. James. Body Mass Index. A measure of chronic energy deficiency in adults. Food and Nutrition Paper 56. FAO. Roma, 1994.
  34. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. Publicación No. 50. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, 1994.
  35. Gornican A. Inorganic elements in foods used in hospital menus. *J. Am. Dietet.* A. 56:397-403, 1970.
  36. Murphy E., B. Wells Willis & B. Watt. Provisional Tables on the zinc content of foods. *J. Am. Dietet. A.* 66:345-355, 1975.
  37. Freeland J. & R. Cousins. Zinc content of selected foods. *J. Am. A.* 68:526-529, 1976.
  38. Freeland-Graves J., M. Ebangit & P. Bodzy. Zinc and copper content of foods used in vegetarian diets. *J. Am. Dietet. A.* 77:648-654, 1980.
  39. Instituto Nacional de Nutrición-Fundación Cavendes. Necesidades de Energía y Nutrientes. Recomendaciones para la Población Venezolana. Publicación No. 48. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, 1993.
  40. Friedewald W., R. Levy & D. Fredrickson. Estimation of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18:499-502, 1972.
  41. Smith J., G. Butrimovitz & W. Purdy. Direct measurement of zinc in plasma by atomic absorption spectroscopy. *Clin. Chem.* 25:1487-1491, 1979.
  42. Salmela S. & E. Vuori. Improved direct determination of copper and zinc in a single serum dilution by atomic absorption spectrophotometry. *Atomic spectroscopy*, 5(4):146-149, 1984.
  43. S.A.S. Statistical Analysis System. User's Guide: Basic. SAS Institute Inc. Cary, NC. 1985.
  44. Rossman Y. Anatomic and body composition changes with aging. En: *Handbook of the biology of aging.* Finch, C.R., and L. Halyflick (Ed). New York: Van Nostrand Reinhold. 1977: p. 189-221.
  45. Ortega R., G. Garrido, E. Turrero, M. Chamorro, E. Diaz Albo y P., Andrés. Valoración antropométrica del estado nutricional de un colectivo de ancianos de Madrid (España) *Arch. Latinoam. Nutr.* 42(1):26-35, 1992.
  46. Smiciklas-Wright H. Envejecimiento. En: *conocimientos actuales de nutrición.* OPS-ILSI. Washington. DC. 1991. p. 387.
  47. FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela-Estado Zulia. Caracas, 1985.
  48. Szepesi B. Carbohidratos. En: *Conocimientos actuales de Nutrición.* OPS.ILSI. Washington. D.C. 1991 p. 56.
  49. Turlund J., N. Durkin, F. Costa & S. Margen. Stable isotope studies of zinc absorption and retention in young and elderly men. *J. Nutr.* 116(7):1239-1247, 1986.
  50. Food and Nutrition Board: *Recomendad dietary allowances*, ed 10, Washington, D.C. National Academy of Sciences, 1989.
  51. Wagner P., M. Krista, L. Baily, G. Christakis, J. Jernigan, P. Araujo, H. Appledorf, C. Davis & J. Dinning. Zinc status of elderly black Americans from urban low-income households. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:1771-1777, 1980.
  52. Senapati A., G. Jenner & R. Thompson. Zinc in the elderly. *Q. J. Med.* 70(261):81-87, 1989.
  53. Sandstead H.: Zinc deficiency. A public health problem? *Am. J. Dis. Childr.* 145:853-859, 1991.
  54. Gibson, R.: Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 59:12235-12325, 1994.
  55. Payette H. & K. Gray-Donald. Do vitamin and mineral supplements improve the dietary intake of elderly Canadians? *Can. J. Public Health* 82:58-60, 1991.
  56. McBean L. & J. Halsted. Fasting versus postprandial plasma zinc levels. *J. Clin. Path.* 22(5):623, 1969.
  57. Hetland (O) & E. Brubakk. Diurnal variation in serum zinc concentration. *Scand J. Clin. Lab. Invest.* 32:225-226, 1973.
  58. O'Dell B., Coble. En: *Conocimientos Actuales de Nutrición.* OPS-ILSI. Washington. DC, 1991. p. 302.
  59. Hoffman H., R. Phyllyk & C. Fleming. Zinc-induced copper deficiency. *Gastroenterology*. 94:508-512, 1988.
  60. Tietz Norbert. *Química Clínica Moderna.* Mexico. Ed Interamericana. pp 187,416. 1972.
  61. Cooper J. & C. Gardner. Effect of aging on serum albumin. *JAGS.* 37(11):1039-1042, 1989.
  62. Bester F., D. Weich, H. Bernaed & W. Vermaak. Biochemical reference values in elderly black subjects. *SAMJ.* 78:241-244, 1990.
  63. Woo J., R. Swaminathan, C. Pang, D. MacDonald, Y. Mak, S. Ho & E. Lau. Some biochemical indices of bone turnover in elderly chinese. *J. Med.* 20(3,4):229-239, 1989.
  64. Kasarkis E. & A. Shuna. Serum alkaline phosphatase after treatment of zinc deficiency in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:2609-2612, 1980.
  65. Gamber S., M. Csuka, E. Duthie & R. Tiegs. Interpretation of laboratory results in the elderly. *Postgraduate Medicine.* 72(3):147-152, 1982.
  66. Wilson P., J. Christiansen, K. Anderson & W. Kannel. Impact of National Guidelines for Cholesterol Risk Factor Screening. The Framingham Offspring Study *JAMA.* 262, 1:41-44, 1989.
  67. Mantero-Atienza E., R. Beach, M. Sotomayor, G. Christakis & M. Baum. Nutritional status of institutionalized elderly in south Florida. *Arch. Latinoam. Nutr.* 42(3):242-249, 1992.
  68. Coodley E. Laboratory test in the elderly. *Postgraduate Medicine.* 85(1). 1989.
  69. The Bezafibrate Infarction Prevention (BIP) study group. Israel. Lipids and lipoproteins in symptomatic coronary heart disease. *Circulation.* 86(3):839-848. 1992.
  70. Kubota K., T. Shirakura, M. Muratina, T. Maki, J. Tarmura & T. Morita. Changes in the blood cell counts with aging. *Nippon-Ronen-Igakai-Zasshi.* 28(4):509-514. 1991.
  71. Pongpaew P., R. Tuntrongchit, A. Lertchavanokul, N. Vudhivai, V. Supawan, S. Vudhikes, B. Prayurahong, S. Tawprasert, K. Kwanbunjan & P. Migasena. Anthropometry, lipid and vitamin status of 215 health-conscious thai elderly. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 61(3):215-223, 1991.
  72. Kafatos A., J. Schlienger, J. Deslypere, A. Ferro-Luzzi & J. Cruz. Nutritional status: Serum lipids. *Eur. J. Clin. Nutr.* 45 suppl 3:53-61. 1991.
  73. Lowick M., M. Wedel, F. Kok, J. Odink, S. Westenbrink & J. Meulmeester. Nutrition and serum cholesterol levels among elderly men and women (Dutch nutrition surveillance system). *J. Gerontol.* 46:M23-M28, 1991.
  74. Miller N. Why does plasma low density lipoprotein concentration in adults increase with age?. *Lancet.* 1:263, 1984.
  75. Hazzard W. Atherosclerosis and aging: A scenario in flux. *Am. J. Cardiol.* 63:20H-24H, 1989.
  76. Ikejiri K., T. Yamada & H. Ogura. Age-related glucose intolerance in hyperthyroid patients. *Diabetes.* 27(5):543-549, 1978.

Recibido: 02-08-1995

Aceptado: 23-04-1996

## Niveles séricos de prealbúmina en niños desnutridos y controles con y sin infección clínica asociada

Inés Malavé<sup>1</sup>, María A. Vethencourt<sup>1</sup>, Moravia Pirela<sup>1</sup>, Raimundo Cordero<sup>1</sup>, Leslie Baute<sup>1</sup>  
Manuel Acuña<sup>2</sup>, Paulino Sousa<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Debido a su vida media corta, su elevado contenido en triptófano y su pequeño «pool» corporal, los niveles séricos de prealbúmina han sido considerados como un indicador sensible de la deficiencia proteica y/o calórica. Además, la prealbúmina disminuye durante la respuesta de fase aguda desencadenada por infección o injuria tisular. Se determinaron los niveles séricos de prealbúmina en niños desnutridos con o sin infección clínica asociada y en sus controles infectados o no infectados comparables por edad, sexo, raza y condición socioeconómica. En los grupos sin infección clínica asociada, los niveles séricos de prealbúmina eran significativamente menores en los niños desnutridos, que en los controles. Los niveles de prealbúmina también se encontraron significativamente deprimidos en presencia de infección asociada, disminuyendo a niveles casi similares en los niños desnutridos y controles con infección clínica, al compararlos con los observados en niños pertenecientes al mismo estado nutricional, pero sin infección manifiesta. Se encontró correlación positiva significativa entre la prealbúmina sérica y tanto el score-Z de peso-edad como de talla-edad y peso-talla en el grupo sin infección manifiesta, las cuales desaparecían en presencia de infección. Por tanto, la prealbúmina es un marcador adecuado de desnutrición en ausencia de infección y podría ser un indicador más precoz y sensible de desnutrición actual, causada por los efectos metabólicos de citoquinas inflamatorias producidas durante la infección, que las medidas antropométricas aquí utilizadas.

### INTRODUCCION

Los niveles séricos de prealbúmina han sido considerados como un indicador muy sensible del déficit de proteínas y/o calorías (1-7) debido a la corta vida media de esta proteína, la cual es aproximadamente de 2 días (8), y a su alto contenido en triptófano, factores que determinan su rápido descenso en la desnutrición proteica y proteocalórica (1-6). Por otro lado, se ha demostrado que tanto la concentración sérica de prealbúmina (9,10), como la síntesis hepática de esta proteína (11,12), disminuyen marcadamente durante la reacción de fase aguda que acompaña a la infección, así como a la injuria tisular (9,10).

Es bien conocido el hecho de que la desnutrición aumenta la susceptibilidad a la infección. En efecto, las infecciones, en especial aquellas del tracto gastrointestinal y respiratorio son frecuentes causas de morbilidad y mortalidad en niños desnutridos (13,14).

Si bien diversos estudios han hecho énfasis en la importancia de la depresión de la prealbúmina sérica en el diagnóstico de la desnutrición infantil primaria (1-5), la presencia de infección clínica

**SUMMARY.** Serum levels of prealbumin in undernourished children and controls with or without associated clinical infection. Due to its short half life and high tryptophan content, prealbumin has been considered a sensitive indicator of protein and/or energy deficiency. In addition, prealbumin diminishes during the acute phase response elicited by either infection or tissue injury. Serum levels of prealbumin were determined in undernourished children with or without associated clinical infection and in their infected or non-infected controls matched for age, sex, race and socioeconomic conditions. Serum levels of prealbumin were significantly lower in undernourished than in control children without overt infections. On the other hand, the concentrations of serum prealbumin diminished significantly and to similar levels both in undernourished and control children with associated clinical infection as compared with those observed in non infected children belonging to the similar nutritional status. A positive correlation was found between prealbumin level and the Z-scores of weight-for-age, height-for-age and weight-for height in children without associated infections, which disappeared in clinically infected patients. Thus, prealbumin is a marker of undernutrition in the absence of infection and could be an earlier and more sensitive indicator of actual undernutrition caused by the metabolic effects of acute phase cytokines, than the anthropometrical measurements used here.

asociada, la cual también podría contribuir a disminuir los niveles séricos de prealbúmina, no ha sido suficientemente ponderada en dichos trabajos.

Por lo anteriormente expuesto, en el presente estudio se cuantificó la concentración de prealbúmina en suero de niños desnutridos con o sin manifestaciones clínicas de infección y de un grupo control de edad, sexo, raza y estrato socioeconómico comparables, tanto con infección manifiesta como no infectados.

### MATERIALES Y METODOS

**Selección de los sujetos del estudio:** Se estudio una muestra de 106 niños de ambos sexos con edades comprendidas entre 6 meses a 5 años la cual comprendía niños con desnutrición definida, leve, moderada o grave, sin o con manifestaciones clínicas de infección asociada, así como controles aparentemente eutróficos de acuerdo a la evaluación clínica y antropométrica, de edad, sexo, raza y condición socioeconómica similares a las del grupo de pacientes desnutridos sin o con síntomas y signos de infección clínicas asociada.

La muestra se clasificó en cuatro grupos:

- Desnutridos sin infección clínica
- Desnutridos con infección clínica
- Controles sin infección clínica
- Controles con infección clínica

1 Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela

2 Hospital «Angel Larralde» Valencia, Venezuela

La mayoría de los niños desnutridos y controles sin infección clínica asociada provinieron del Preescolar Luisa Cáceres de Arismendi, Edo. Miranda y de áreas rurales del interior del país. Los pacientes desnutridos con infección clínica y controles con infección clínica y algunos niños desnutridos sin infección clínica y controles sin infección clínica provinieron de las admisiones y consulta ambulatoria del Hospital Universitario «Angel Larralde» de Valencia.

El estudio fue aprobado por el Departamento de Pediatría del Hospital Universitario «Angel Larralde» de Valencia y por las dependencias del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social participantes en el mismo. En cada caso, se obtuvo el consentimiento de al menos uno de los padres antes de tomar la muestra de sangre del menor.

La ubicación del estrato socioeconómico se realizó mediante la clasificación de Graffar modificada por Méndez-Castellano y Méndez (15). La evaluación del estado nutricional se efectuó clínica y antropométricamente y su categorización se realizó mediante los valores de score «Z» de acuerdo a las recomendaciones de la OMS (16). A este fin, los índices peso/edad, talla/edad y peso/talla se compararon con los valores de referencia del NCHS y se convirtieron en unidades de desviación standard utilizando un «Paquete Estadístico Antropométrico» derivado de las curvas de crecimiento por desviaciones Standard de la población de referencia del NCHS/CDS. Para la obtención y análisis de los valores promedio de prealbúmina en los diversos grupos, los niños se clasificaron de acuerdo al score-Z de peso-edad, por considerarlo el indicador más apropiado en los niños menores de 2 años y un indicador adecuado de desnutrición actual y de riesgo en los mayores de 2 años (16,17). Los criterios utilizados para puntos de corte fueron los siguientes (16,17):

Controles: entre  $\pm 2$  D.S. y  $> -2$  D.S.

Desnutridos leves: entre  $\leq -2$  D.S. y  $> -3$  D.S.

Desnutridos moderados: entre  $\leq -3$  D.S. y  $> -4$  D.S.

Desnutridos graves:  $\leq -4$  D.S.

Además, los niveles séricos de prealbúmina en los grupos de niños sin infección clínica asociada o con evidencias de la misma, se relacionaron con el score-Z de peso-edad, talla-edad y peso-talla utilizando un análisis de regresión lineal.

La presencia de infección clínica asociada se diagnosticó por la evaluación clínica del paciente, la cual incluyó anamnesis, examen físico cuidadoso, radiografía de tórax y análisis hematológico en especial recuento y fórmula leucocitaria. Además, en la mayoría de los niños estudiados en el presente trabajo se investigó el nivel sérico de proteína C reactiva por un ensayo inmunoenzimático, ya que el aumento de este reactante de fase aguda, conjuntamente con los parámetros clínicos antes mencionados constituye otro indicador de la presencia de infección activa especialmente bacteriana (9). En los desnutridos con infección clínica se observó una mayor prevalencia de infecciones gastrointestinales y en segundo lugar de infecciones respiratorias y dérmicas. En los controles con infección clínica había mayor prevalencia de infecciones respiratorias, presentando las infecciones gastrointestinales menor incidencia que en los desnutridos con infección clínica.

**Obtención de las muestras:** Se obtuvieron muestras de sangre periférica a partir de las cuales se separó el suero por centrifugación. En cada caso el suero fue alicuotado y mantenido a  $-70$  °C hasta efectuar la determinación de prealbúmina. En los casos de niños hospitalizados, las muestras fueron tomadas en las primeras 48 horas después del ingreso a fin de evitar el efecto de la rehabilitación

nutricional en el caso de niños desnutridos, así como el control de la infección asociada en los grupos de desnutridos como de controles con infección manifiesta asociada.

**Cuantificación de prealbúmina sérica por inmunodifusión radial:** Los niveles de prealbúmina se cuantificaron mediante el método de inmunodifusión radial de Mancini (18) utilizando un anticuerpo de conejo anti-prealbúmina humana (Janssen Biochimica, Geel, Bélgica) que se incluyó en proporción 1:75 en agarosa al 1,5 % preparada en buffer barbital pH 8,4. Previo a la gelificación, la agarosa con el anticuerpo incorporado se distribuyó en placas de inmunodifusión calibradas (ICN Biomedical Inc. Irvine, CA).

Las muestras de suero se dispensaron en pozos ad hoc, diluidas 1:8 en el mismo buffer barbital suplementado con albúmina sérica bovina al 1 %. Una curva de standarización efectuada mediante diluciones seriadas de un calibrador de proteínas de suero humano (Dako Corp., CA, USA) fue incluida en cada placa.

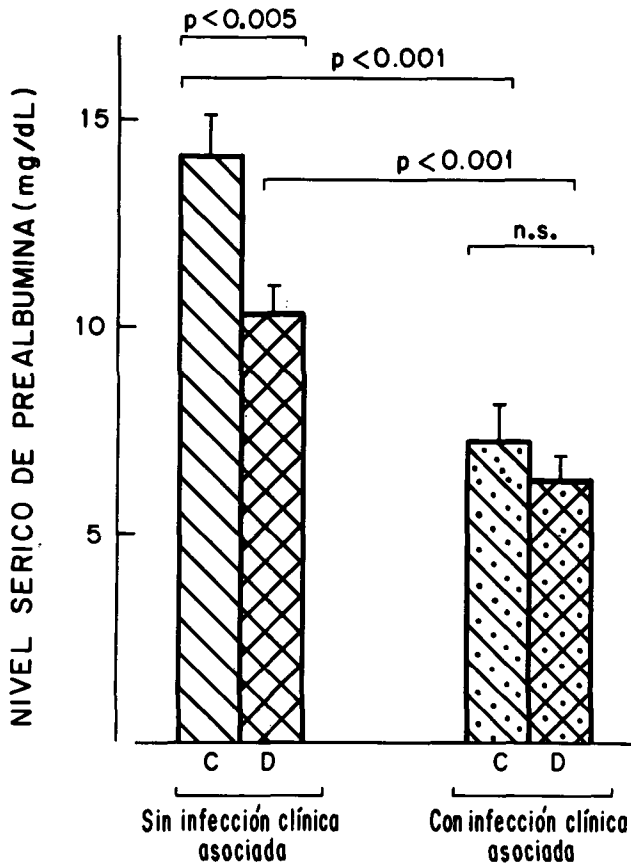
## RESULTADOS

Como se esperaba, al examinar el grupo de niños sin infección clínica asociada, se pudo observar que los niveles séricos de prealbúmina eran significativamente menores en los desnutridos que en los controles ( $X \pm E.E.$ :  $10.4 \pm 0.7$  mg/dl y  $14.0 \pm 1.3$  mg/dl, respectivamente;  $p < 0.005$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre las concentraciones de prealbúmina sérica de desnutridos y controles con infección clínica ( $X \pm E.E.$ :  $6.4 \pm 0.6$  mg/dl y  $7.4 \pm 0.8$  mg/dl, respectivamente; n.s.) (Fig. 1). Al comparar los niveles séricos de prealbúmina en niños de un mismo grupo nutricional, pero sin manifestaciones clínicas de infección o con infección clínica asociada, se pudo observar que los pacientes con infección clínica asociada mostraban niveles de prealbúmina significativamente menores que los niños sin infección evidente, pero que antropométricamente podían considerarse dentro del mismo estadio nutricional. Así, los controles con infección clínica tenían niveles de prealbúmina significativamente menores a los controles sin infección clínica (OJO  $X \pm E.E.$ :  $7.4 \pm 0.8$  mg/dl y  $14.0 \pm 1.3$  mg/dl, respectivamente;  $p < 0.001$ ). De igual forma los pacientes desnutridos con infección evidente asociada, tenían niveles significativamente menores de prealbúmina que el grupo de desnutridos sin infección clínica ( $X \pm E.E.$ :  $6.4 \pm 0.6$  mg/dl y  $10.4 \pm 0.7$  mg/dl, respectivamente;  $p < 0.001$ ) (Fig. 1).

Cuando el grupo total de niños con desnutrición definida se subdividió, de acuerdo a la intensidad del déficit, en desnutridos leves y desnutridos moderados y graves y en cada uno de estos subgrupos se consideró la presencia o ausencia de infección clínica asociada se pudo observar que los desnutridos leves con infección clínica tenían niveles de prealbúmina significativamente menores que los desnutridos leves sin infección aparente ( $X \pm E.E.$ :  $7.1 \pm 1.0$  mg/dl y  $11.0 \pm 0.8$  mg/dl, respectivamente;  $p < 0.01$ ) y que los pacientes con desnutrición moderada y grave clínicamente infectados, mostraban niveles séricos de prealbúmina significativamente deprimidos en comparación a los niños con déficit similar pero sin infección manifiesta ( $X \pm E.E.$ :  $5.5 \pm 0.8$  mg/dl y  $8.8 \pm 1.3$  mg/dl, respectivamente;  $p < 0.05$ ) (Fig. 2).

FIGURA 1

Niveles séricos de prealbúmina en niños controles bien nutridos (C) y en desnutridos (D) sin infección clínica asociada y en pacientes controles y desnutridos con infección clínica asociada. Los resultados están expresados como promedio y E.E. de los valores de prealbúmina obtenidos en cada grupo. La significación estadística se investigó por medio de la prueba de t de Student para datos no pareados.



Cuando la población total de niños estudiada se dividió de acuerdo a la presencia o ausencia de infección evidente asociada y se investigó la correlación entre la concentración sérica de prealbúmina y el score-Z de peso-edad, se observó que existía una correlación positiva significativa entre las dos variables en los niños sin infección clínica ( $r=0.35$ ;  $p<0.02$ ) (Fig.3). Es interesante destacar que la relación entre la concentración sérica de prealbúmina y el score-Z de peso-edad desaparecía en niños con infección clínica asociada ( $r= -0.08$ , n.s.) (Fig.4). Asimismo, se observó correlación positiva significativa entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de talla-edad (Fig. 5), así como de peso-talla (Fig.7) en los niños clínicamente no infectados ( $r=0.275$ ;  $p<0.05$  y  $r=0.342$ ;  $p<0.02$ , respectivamente), cuya significancia desaparecía en presencia de infección clínica ( $r=0.128$  n.s y  $r=0.246$ ; n.s., respectivamente) (Fig. 6 y 8).

FIGURA 2

Niveles séricos de prealbúmina en niños con desnutrición leve (L) y en niños con desnutrición moderada y grave (MG) sin infección clínica (SIC) y con infección clínica (CIC). Ver leyenda de la Fig. 1

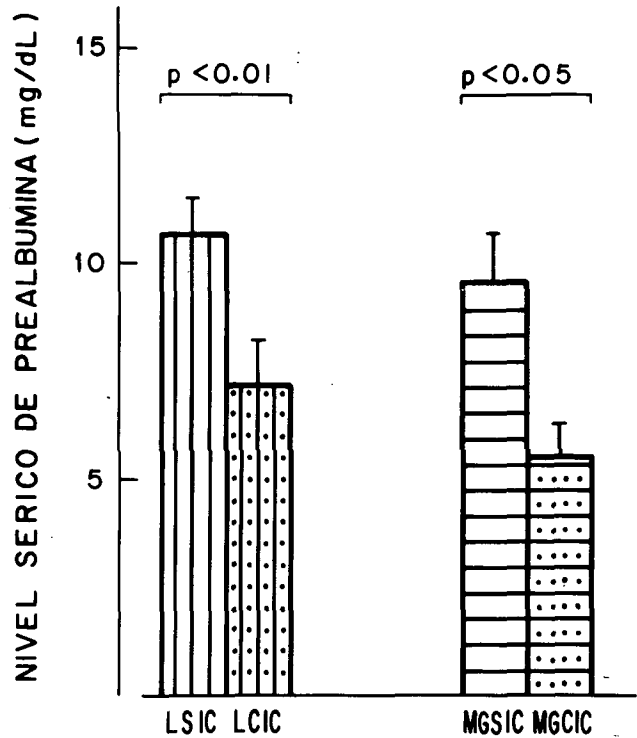


FIGURA 3

Correlación entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de peso-edad en niños sin infección clínica asociada

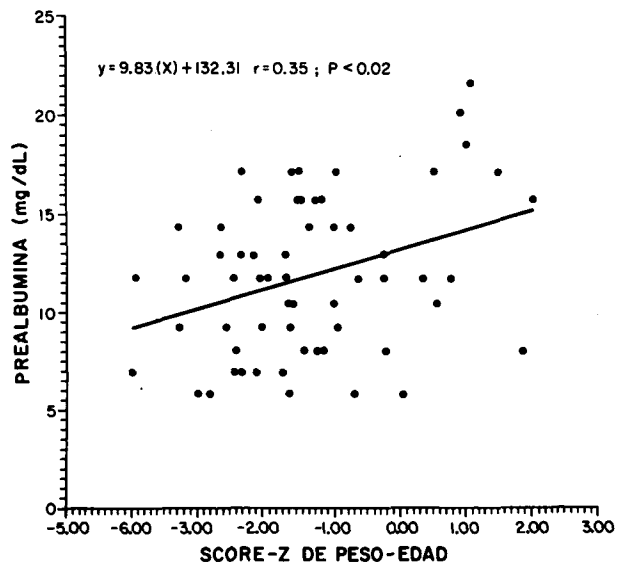


FIGURA 4

Correlación entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de peso-edad en niños con infección clínica asociada

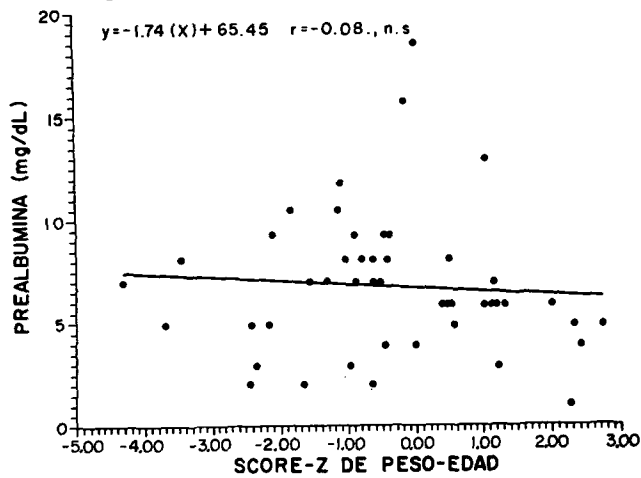


FIGURA 5

Correlación entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de talla-edad en niños sin infección clínica asociada

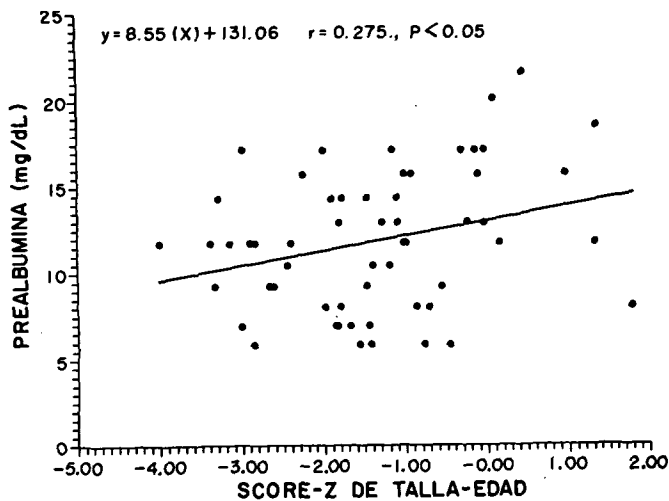


FIGURA 6

Correlación entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de talla-edad en niños con infección clínica asociada

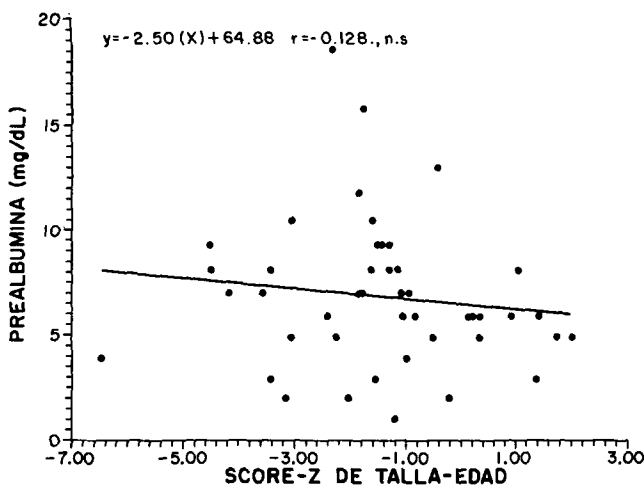


FIGURA 7

Correlación entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de peso-talla en niños sin infección clínica asociada

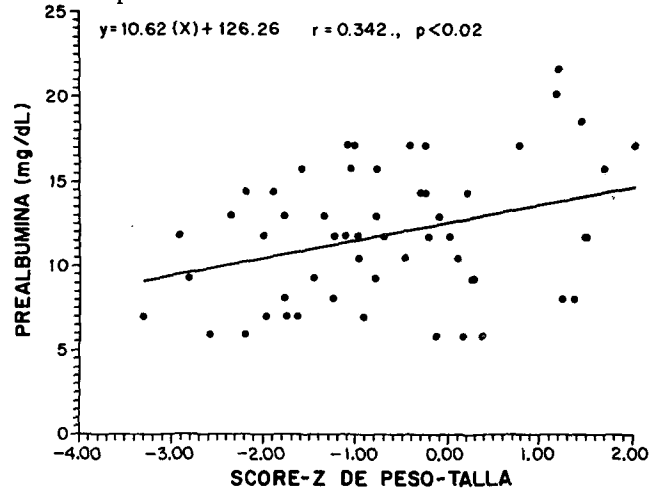
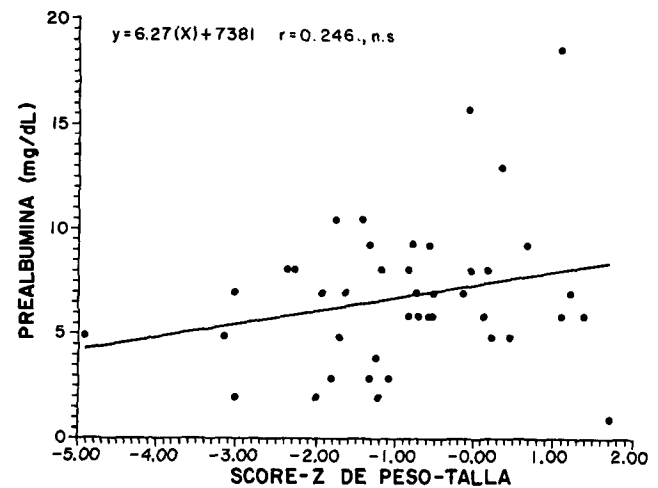


FIGURA 8

Correlación entre los niveles séricos de prealbúmina y el score-Z de peso-talla en niños con infección clínica asociada



## DISCUSION

Ha sido reportado en la literatura que la disminución de los valores de prealbúmina sérica constituye un indicador sensible y precoz de déficit proteico y/o energético en individuos con desnutrición primaria (1-6). Asimismo, la determinación de los niveles de esta proteína es muy útil para monitorear el estado nutricional durante la rehabilitación o recuperación (1,7). En el presente trabajo pudimos observar que los niños desnutridos sin infección clínica mostraban valores de prealbúmina significativamente menores que los controles sin infección clínica asociada. Sin embargo, y de acuerdo a observaciones previas (2,4,5), existía cierto grado de supervisión entre la concentración sérica de prealbúmina observada en los desnutridos y controles. En efecto, algunos niños aparentemente eutróficos de acuerdo a los parámetros antropométricos, presentaban, aún en ausencia de infección manifiesta, valores bajos de prealbúmina menores que los valores promedio más bajos reportados para niños controles sanos en literatura (3,19) (Tabla 1) y aún menores que la concentración promedio de esta proteína observada en el grupo de

desnutridos no infectados (10.4 mg/dl). Debe destacarse que todos los niños estudiados en el presente trabajo pertenecían a familias ubicadas en el estrato V de la clasificación de Graffar modificada (pobreza crítica), un grupo poblacional severamente impactado por la crisis económica que viene afectando al país y con factores de riesgo socioeconómico que pueden determinar bajo consumo de nutrientes y elevada incidencia de infecciones (20). Las observaciones mencionadas permiten postular que el nivel sérico de prealbúmina podría constituir un indicador más precoz del déficit de proteínas y/o energía que las medidas antropométricas aquí utilizadas y que un deterioro de la ingesta de macronutrientes pudiera afectar una proteína de vida media corta antes de que se modifiquen dichos parámetros antropométricos. Hallazgos similares han sido reportados por Ingenbleek y col. quienes, en estudios efectuados en Senegal encontraron depresión de la concentración sérica de prealbúmina en niños sanos aparentemente eutróficos, resultante de una ligera reducción del consumo proteico (1).

TABLA I  
Concentración sérica de prealbúmina observada por diversos autores en suero de niños controles sanos

Concentración de prealbúmina (mg/dl)	País	Referencia
22.4±0.7 <sup>1</sup>	Senegal	Ingenbleek et al., 1975 (1)
20.3±0.8	Nigeria	Ogunshina et al., 1980 (4)
14.3±1.1	Egipto	Smith et al., 1973 (2)
12.5±1.0	Tailandia	Smith et al., 1975 (3)
12.9±3.2	Tailandia	Schelp et al., 1975 (19)

1 Promedio ± Error Estandar ( $x \pm E.E.$ )

Se puede aseverar así que el descenso de prealbúmina sérica es un indicador adecuado y precoz de desnutrición. En efecto, se ha postulado que debido a su corta vida media, de 1.9 días (8), a su alto contenido en triptófano, y a su pequeño «pool» corporal, los niveles séricos de prealbúmina constituyen marcadores más sensibles de la síntesis hepática de proteínas, que los de albúmina y transferina, cuya vida media es de 20 días y de 8 días respectivamente (21,22). Además, la síntesis de transferina aumenta en la anemia ferropénica (23), lo que disminuye su valor como indicador bioquímico de déficit proteico-energético en las zonas de alta prevalencia de déficit de hierro (22,23) como Venezuela en donde la frecuencia de ferropenia es elevada (24). Por otro lado, si bien la proteína ligadora de retinol tiene una vida media aún más corta que la de la prealbúmina (12 horas) y responde rápidamente a la privación de proteína y/o energía (25), esta proteína es muy sensible al déficit de vitamina A (26). Además, la insuficiencia renal determina un aumento manifiesto de sus niveles, los cuales muestran una correlación inversa con el clearance de creatinina (27). Estos factores limitan su uso en la evaluación de la desnutrición proteico-energética (21,22).

Borish y col (28), demostraron que la prealbúmina inhibe la secreción de IL-1 por monocitos y células endoteliales. La disminución de los valores de prealbúmina en niños desnutridos, podría contribuir al aumento de los niveles séricos de dicha citoquina que hemos observado no sólo en desnutridos con infección clínica, sino también en desnutridos sin infección clínica (29).

Por otro lado, pudimos comprobar que la concentración sérica de prealbúmina disminuía significativamente tanto en niños desnutridos como controles con infección clínica asociada, en comparación a los niveles de la proteína observados en el suero de niños del mismo estadio nutricional pero sin infección evidente, desapareciendo la relación positiva significativa entre prealbúmina y score-Z de peso-edad, talla-edad y peso-talla observada en el grupo total de niños no infectados.

La reacción de fase aguda que acompaña a los estados infecciosos, así como a la injuria tisular (9), se caracteriza por depresión de la síntesis y consecuentemente de los niveles séricos de proteínas transportadoras producidas en el hígado como la albúmina, transferrina, prealbúmina y proteína ligadora de retinol, también llamadas proteínas negativas de fase aguda (30,31). Así, estudios experimentales han demostrado que la síntesis de prealbúmina disminuye durante la reacción inflamatoria por un defecto transcripcional (32). También se ha demostrado que tanto el factor de necrosis tumoral  $\alpha$ /caquexina (33) como la interleuquina-1 (34), citoquinas producidas principalmente en respuesta a estímulos infecciosos, inhiben la expresión del gen de la albúmina. La interleuquina-6, otra citoquina inflamatoria cuyo rol es fundamental en el desencadenamiento de las manifestaciones de la reacción de fase aguda (35), inhibe la síntesis de proteínas producidas por el hepatocito entre ellas albúmina y prealbúmina (36). Sin embargo, la disminución de la síntesis proteica no es un fenómeno generalizado, sino por el contrario altamente selectivo en el hígado de fase aguda. En efecto, durante esta reacción aumenta marcadamente la síntesis de las proteínas positivas de fase aguda entre ellas la proteína C reactiva, y la sustancia amiloide A del suero, principales proteínas de la reacción positiva de fase aguda en el hombre, así como también la producción del  $\alpha$ 1-anti-tripsina, haptoglobina,  $\alpha$ 1-ácido glicoproteína, fibrinógeno, etc. (9 y 37). Aumento de los niveles de proteína C reactiva, se ha observado no sólo en individuos eutróficos sino también en pacientes desnutridos con infección asociada (38,39).

En acuerdo con estos reportes, observamos que la concentración sérica de proteína C reactiva estaba significativamente aumentada en los pacientes desnutridos y controles bien nutridos con infección clínica asociada, elevándose a valores similares en ambos grupos. Además, se encontró una correlación negativa significativa entre los valores de prealbúmina y proteína C reactiva al relacionar estas dos variables en toda la población de niños con infección evidente (resultados no mostrados).

Los niveles de prealbúmina, así como los de las otras proteínas negativas de fase aguda como la proteína ligadora de retinol y la albúmina, también son influidos por redistribución hacia el espacio extravascular (9,10,40). En efecto, mientras que la velocidad fraccional de la síntesis de prealbúmina es de 59 %/ día, su velocidad de intercambio desde el espacio intravascular al líquido tisular es de 190 %/día (40). Por lo tanto, un aumento de su pasaje hacia el espacio extravascular durante la reacción de fase aguda, contribuiría al descenso del nivel sérico de esta proteína durante la infección o injuria tisular. Otro factor que contribuye a la disminución de las proteínas negativas de fase aguda tanto en infecciones como en la injuria tisular de diversos orígenes, es el aumento del catabolismo de dichas proteínas que ocurre en los estados inflamatorios (9, 37).

De esta forma, la disminución de los niveles de prealbúmina observados tanto en desnutridos como en controles clínicamente infectados, deben verse como parte de un grupo complejo de cambios tanto con redirección de la síntesis de proteínas transportadoras hacia

la demanda específica de sustrato para cubrir la síntesis de proteínas positivas específicas de fase aguda (30,31), aumento de su catabolismo y escape de proteínas hacia el espacio extravascular a consecuencia de la producción de una serie de factores como TNF $\alpha$ , bradiquininas, proteínas de la cascada de la coagulación, así como de la activación de componentes del sistema del complemento (C3A y C5A), todos ellos con capacidad de alterar el endotelio vascular promoviendo la extravasación de fluido sanguíneo (9,10,40).

Los factores mencionados anteriormente también podrían explicar la pérdida de correlación positiva significativa entre los valores séricos de prealbúmina y el score-Z de peso-edad, talla-edad y peso-talla que observamos al relacionar estas variables en los niños con infección clínica asociada, la cual contrasta con las correlaciones positivas encontradas en el grupo total de niños sin infección clínica.

Es de interés comentar la falta de efectos aditivos marcados de desnutrición e infección observada al comparar los grupos de desnutridos y controles con infección clínica. El aumento de los requerimientos nutricionales, así como los efectos antianabólicos y procatabólicos y la anorexia determinada por la acción de citoquinas inflamatorias, especialmente TNF $\alpha$ /caquexina (41,42) que tienen lugar en los estados infecciosos, podrían desencadenar cierto grado de desnutrición secundaria aguda en los controles con infección clínica, detectable por la cuantificación de un indicador bioquímico precoz y sensible de desnutrición como la concentración sérica de prealbúmina, pero aun no mensurable por los métodos antropométricos utilizados. Además, el aumento del catabolismo proteico en el hígado que ocurre al comienzo del déficit nutricional, el cual desaparece como un mecanismo adaptativo en la desnutrición más prolongada (43,44), podría acentuar el descenso del nivel de prealbúmina sérica determinado por los efectos aditivos de la infección y de la desnutrición incipiente en los controles con infección clínica. Por otro lado, los resultados presentados, si bien confirman la utilidad de la cuantificación de prealbúmina como marcador de déficit nutricional primario en ausencia de infección, demuestran que la concentración sérica de esta proteína disminuye también en los controles con infección clínica a niveles casi similares a los observados en los desnutridos con infección clínica, señalando no sólo su importancia como proteína negativa de la reacción de fase aguda, sino la relevancia de la evaluación cuidadosa de la presencia de infección clínica en la consideración de los niveles de prealbúmina para la evaluación del estado nutricional.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Miguel Layrisse por la revisión crítica del manuscrito y a la Sra. Alix Margarita Romero por su asistencia secretarial.

#### REFERENCIAS

- Ingenbleek Y., H.G. Van Den Schrieck, P. De Nayer & M. De Visscher. Albumin, transferrin and the thyroxine-binding prealbumin/ retinol-binding protein (TBPA-RBP) complex in assessment of malnutrition. *Clin Chim Acta* 63:61-67. 1975.
- Smith F.R., De W.S. Goodman, MS Zaklama, MK Gabr S. El Maraghy & VN Patwarddhan. Serum vitamin A, retinol binding protein and prealbumin concentrations in protein-calorie malnutrition. A functional defect in hepatic retinol release. *A J Clin Nutr* 26:973-981. 1973.
- Smith f.R., Suskind R., Thanagkul O., Leitzmann C., Goodman De W.S. & Olson R.E. Plasma vitamin A, retinol-binding proteins and prealbumin concentrations in protein-calorie malnutrition. III. Response to varying dietary treatments. *Am J Clin Nutr* 28:732-738. 1975.
- Ogunshina S.O & M.A. Hussaian. Plasmathyroxine binding prealbumin as an index of mild protein-energy malnutrition in Nigerian children. *AM J Clin Nutr* 33:794-800, 1980.
- Dao H., H. Delisle & P. Fournier. Anthropometric status, serum prealbumin level and immune response to measles vaccination in Mali children. *J Trop Pediatr.* 38:179-184. 1992.
- Wade S., F. Bleiberg-Daniel, B. Le Moullac, D. Iyakaremye, Biou D., Gathier F. & Lemonnier D. Values of serum transthyretin measurements in the assessment of marginal protein-energy malnutrition in rats. *J Nutr* 118:1002-1010, 1988.
- Shetty P.S., K.E. Watrasiewicz, R.T. Jung & WPT James. Rapid turnover transport proteins: An index of subclinical protein-energy malnutrition. *Lancet* ii:230-232, 1979.
- Robbins J., S.Y. Cheng, M.C. Gershengorn et al. Thyroxine transport proteins of plasma: Molecular properties and biosynthesis. *Recent Prog Horm Res* 34:477-520, 1978.
- Fleck A. Clinical and nutritional aspects of changes in acute phase proteins during inflammation. *Proc Nutr Soc* 48:347-354, 1989.
- Myers M.A., A. Fleck, B. Sampson, C.M. Colley, J. Bent & G.Hall. Early plasma protein and mineral changes after surgery: a two stage process. *J Clin Pathol.* 37:862-866. 1984.
- Milland J., A. Tsykin, T. Thomas, A.R. Aldred, T. Cole & G. Schreiber. Gene expression in regenerating and acute-phase liver. *Am J Physiol* 259:G340-G347, 1990.
- Dickson P.W., G.J. Howlett & G. Schreiber. Metabolism of prealbumin in rats and changes induced by acute inflammation. *Eur J Biochem* 129, 289-293, 1982.
- Gordon J.e. & N.S. Scrimshaw. Infectious disease in the malnourished. *Med Clin North Am* 54:1495-1508, 1970.
- Chandra RK. Nutrition and immunoregulation. Significance for host resistance to tumors and infectious diseases in human and rodents. *J Nutr* 122:(3 Suppl) 754-757, 1992.
- Méndez-Castellano H. & M. Méndez. Estratificación social y biológica humana. *Arch Ven Ped Puer* 49:93-104, 1986.
- WHO Working Group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bull Wld Hlth Org* 64:929-941, 1986.
- Pirela M. Análisis de mortalidad y predicción de riesgo de morir a partir de indicadores antropométricos en niños menores de 5 años de una población rural de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de M. Sc. Publicación INCAPT-441, 1988.
- Mancini G., A.O. Carbonara & J.F. Heremans. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. *Immunochemistry* 2:235-254, 1965.
- Schelp F.P., Migasena P., Saovakontha S., Pongpaew P. & Supawan V. Serum protein fractions from children of differing nutritional status analysed by polyacrylamide gel electrophoresis and electroimmunoassay, *Br J Nutr* 35:211-222, 1976.
- Méndez Castellano H. & M.C. de Méndez. Sociedad y estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano (Edic. FUNDACREDESA), Caracas, Venezuela, 1994.
- Haider M. & S.Q. Haider. Assessment of protein-calorie malnutrition. *Clin Chem* 30, 1286-1299, 1984.
- Spiekerman MA. Proteins used in nutritional assessment. *Clin Lab Med* 13:353-369, 1993.
- Morton A.G. & Tavill A.S. The role of iron in the regulation of hepatic transferrin synthesis. *Brj Haemat* 36:383-394, 1977.
- Taylor P., Martínez-Torres C., Méndez-Castellano H., Bosch V., Leets I., Tropper E. & Layrisse M. The relationship between iron deficiency and anemia in Venezuelan children. *Am J Clin Nutr.* 58:215-218, 1993.
- Ingenbleek Y., H.G. Van Den Schrieck, De Nayer P. & M. De Visscher. The role of retinol-binding protein in protein-calorie malnutrition. *Metabolism* 24:633-641, 1975.
- Muhilal H. & J. Glover. Effects of dietary deficiencies of protein and retinol on the plasma level of retinolbinding protein in the rat. *Br J Nutr* 32:549-558, 1974.
- Bernard A., A. Vyskocyl, P. Mahieu & r. Lauwerys. Effect of renal

- insufficiency on the concentration of free retinol-binding protein in urine and serum. *Clin Chim Acta* 171:85-94, 1988.
28. Borish L., MS King, J.J. Mascali, S. Johnson, B. Coll & L.J. Rossenwasser. Transthyretin is an inhibitor of monocyte and endothelial cell interleukin-1 production. *Inflammation* 16:471-483, 1992.
  29. Correa C, I. Malavé, I. Carvajal, I. Rojas, C. Castillo & M. Pérez. Interleukin 1 in undernourished children. *Arch Ven Puer Pediatr*. 56:136-142, 1993.
  30. Schreiber G., G. Howlett, M. Nagashima, A. Millership, H. Martin, J. Urban & L. Kotler. The acute phase response of plasma protein synthesis during experimental inflammation. *J Biol Chem* 257:10271-10277, 1982.
  31. Felding P. & G. Fex. Rates of synthesis of prealbumin and retinol-binding protein during acute inflammation in the rat. *Acta Physiol Scand* 123:477-483, 1985.
  32. Birch H.E. & G. Schreiber. Transcriptional regulation of plasma protein synthesis during inflammation. *J Biol Chem* 261:8077-8080, 1986.
  33. Brenner D.A., M. Buck, S.P. Feitelberg & M. Chojkier. Tumor necrosis factor  $\alpha$ -inhibits albumin gene expression in a murine model of cachexia. *J Clin Invest* 85:248-255, 1990.
  34. Darlington G.J., D.R. Wilson, M. Revel & J.H. Kelly. Response of liver genes to acute phase mediators. *Ann NY Acad Sci* 557:310-316, 1989.
  35. Hirano T. Interleukin-6 and its reaction to inflammation and disease. *Clin Immunol Immunopath* 62:560-565, 1992.
  36. Bartalena L., A. Fasetti I.L. Glink & J. Robbins. Effects of interleukin-6 in the expression of thyroid hormone-binding protein genes in cultured human hepatoblastoma-derived (Hep G2) cells. *Mol Endocrinol* 6:935-942, 1992.
  37. Kushner I. The phenomenon of the acute phase response. *Ann NY Acad Sci* 389:39-48, 1982.
  38. Salimonu L.S. Soluble immune complexes, acute phase proteins and E-rosette inhibitory substance in sera of malnourished children. *Ann Trop Pediatr* 5:137-141, 1985.
  39. Rodríguez Plasencia B. Sepsis en desnutrición. Niveles de proteína C-Reactiva. Trabajo de grado para optar al título de Medicina Crítica Pediátrica. U.C.V. Enero 1993.
  40. Vahlquist A., P.A. Peterson & L. Wibell. Metabolism of the Vitamin A transporting protein complex. I. Turnover studies in normal persons and in persons with chronic renal failure. *Eur J Clin Invest* 3:352-262, 1973.
  41. Tracey K.J. & a. Cerami. Tumor necrosis factor in the malnutrition (cachexia) of infection and cancer. *Am J Trop Med Hyg* 47 (supl.1): 2-7, 1992.
  42. Plata-Salamn CR, Y. Omura & Y. Kai. Tumor necrosis factor and interleukin-1 $\beta$ : suppression of food intake by direct action in the central nervous system. *Brain Res*. 448:106-114, 1988.
  43. Young V.R. & J.S. Marchini. Mechanisms and nutritional significance of metabolic responses to altered intakes of protein and amino acids, with reference to nutritional adaptation in humans. *Am J Clin Nutr* 51:270-289, 1990.
  44. Garlick P.J., D.J. Millward, W.P.P. James & J.C. Waterlow. The effect of protein deprivation and starvation on the rate of protein synthesis in tissue of the rat. *Biochim Biophys Acta*. 414:71-84, 1975.

Recibido: 12-09-1994

Aceptado: 21-05-1996

## Efectos de la densidad energética y del nivel de grasa de las fórmulas lácteas sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía en preescolares <sup>1</sup>

Gloria Vera <sup>2</sup>, Marcela Alviña W<sup>3</sup>, Nelly Pak D<sup>4</sup>, Juan Carlos Sola <sup>5</sup>, Carlos Díaz<sup>6</sup>, Héctor Araya L<sup>7</sup>.

**RESUMEN.** El objetivo del presente estudio fue verificar el efecto de diferentes niveles de densidad energética y de grasa en un tiempo de comida (desayuno) sobre el consumo de alimentos y energía en la comida subsecuente (almuerzo).

El estudio se realizó en 51 preescolares de ambos sexos de 24 a 48 meses de edad que asistían a un jardín infantil de la Región Metropolitana. Los niños fueron seleccionados con estado nutricional normal de acuerdo al índice Peso/Talla, según los estándares del NCHS. La ingesta de alimentos se determinó por pesada diferencial y la energía consumida se derivó de la información del análisis químico proximal. Se utilizaron un total de 4 tratamientos dietéticos al desayuno con un diseño 2\*2 factorial, dos niveles de densidad energética: 0.8 y 1.2 kcal/g y dos niveles de grasa: 6.3 y 0.9 g/250g de fórmula láctea; para los tratamientos I y III el aporte de energía fue 267.5 kcal y para los tratamientos II y IV fue de 367.5 kcal, incluyendo la fórmula láctea y tres galletas en cada caso. Se realizaron un total de 720 observaciones de consumo, considerando sólo aquellos niños que al desayuno consumieron sobre el 75% de la oferta energética del desayuno. En el almuerzo se ofrecieron en forma alternada dos guisos de consumo habitual un con base en fideos y otro con base en papas, con una densidad energética promedio de 0.97 kcal/g.

Los resultados demuestran que los niños fueron capaces de consumir significativamente más cantidad de alimentos y energía en el almuerzo después de consumir el tratamiento con menor aporte de energía y mayor aporte de grasa. Al evaluar la ingesta de energía total (desayuno y almuerzo) se aprecia que se reduce la diferencia energética del desayuno y esta reducción es influenciada por el nivel de grasa. De los resultados del presente estudio podemos concluir que hay una tendencia a la compensación energética en el corto plazo (comida subsecuente) y ésta fue de un 67% en el nivel más alto de grasa y sólo de un 34% en nivel de menor grasa. Estos hallazgos estarían apoyando el hecho de que la proporción grasa/hidratos de carbono es determinante y en consecuencia las grasas tienen un menor poder saciador que los hidratos de carbono, ya que en las fórmulas con una menor relación grasa/hidratos de carbono la compensación energética fue menor. Estos antecedentes son de importancia en la alimentación del preescolar normal así como también en situaciones de desnutrición, sobrepeso u obesidad.

Palabras claves: Ingesta de grasa, ingesta energética, densidad energética, ingesta de alimentos, compensación calórica, preescolares.

**SUMMARY.** Effect of energy density and the fat level of cow's milk formula on subsequent food and energy intakes in preschool children. The aim of this study was to examine the effects of two levels of energy intakes and two levels of fat at breakfast, on the food and energy intakes in subsequent meal (lunch). The study was performed in 51 children both genders, with ages ranging from 24 to 48 months, attending a day care center. The children selected had normal nutritional status (weight/height index) according to the NCHS standards. The food intake was determined by differential weighing and energy intake was calculated from proximal analysis. The energy densities of the cow's milk formula used were 0.8 and 1.2 kcal/g, resulting in a total energy offer (breakfast) of 267.5 and 367.5 kcal respectively, the fat levels were 6.3 and 0.9 g/250 g of formula, using the design 2\*2 factorial. In the study, 720 observations of food intake were conducted in those children consuming higher than 75% of the total food offered at breakfast. In the lunch-time were offered in alternated form two preparations with an 0.97 kcal/g of energy density. The results demonstrated that the children consumed significantly higher energy amounts in the subsequent meal, after being fed the high fat and lower energy- content breakfast. When the total energy intake (breakfast + lunch) was compared these results show that the caloric difference of breakfast was reduced and the degree of reduction was influenced by the fat level. These results show evidence for partial caloric compensation of 67 % in the higher-fat level, and only 34% for the children with the lower of fat-level. It is concluded that the energy intake and fat intake at breakfast influences the energy intake at the subsequent meal. These findings are important to the preschool children's feeding with risk of malnutrition.

Key words : Fat intake, energy intake, energy density, food intake, caloric compensation, preschool children.

### INTRODUCCION

En la alimentación del preescolar se ha demostrado que hay una serie de factores que están influyendo sobre la ingesta de alimentos y energía. Estos factores son de diferente índole, como aquellos de tipo fisiológico, psicológicos, ambientales y los de tipo alimentario nutricional (1-8).

Los antecedentes disponibles demuestran que el inadecuado consumo de energía de los preescolares de familias de bajos ingresos de países en desarrollo, está condicionado entre otros factores, por el consumo de dietas voluminosas y de baja densidad energética (1,9,10). Rutishauser y Frood (11) demostraron en Uganda que preescolares alimentados con dietas locales que tenían como alimento básico a los tubérculos, consumieron significativamente más dieta que los niños

- 1 Parcialmente financiado por Proyecto FONDECYT 670/92
- 2 Profesor del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina. Universidad de Chile, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina.
- 3 Profesor del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina. Universidad de Chile, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina.
- 4 Profesor del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina. Universidad de Chile, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina.
- 5 Nutricionista
- 6 Alumno de la Carrera de Nutrición, Universidad de Chile
- 7 Profesor del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina. Universidad de Chile, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina.

de igual edad, estado nutricional y nivel socioeconómico, a los cuales se les proporcionaba una alimentación de tipo occidental con un alto contenido de grasa. Sin embargo, aunque tenían una mayor ingesta de alimentos, el consumo energético fue menor que la de los niños alimentados con la dieta occidental. Resultados similares encontraron Araya y cols. (12) al evaluar en preescolares en un tiempo de comida, la ingesta de guisos de consumo habitual. En estudios de Pak y cols. (13) y Hudson y cols. (14) se demuestra que la cantidad de agua de las preparaciones o dietas era el factor determinante de la densidad energética. En nuestro país, estudios realizados en Jardines Infantiles han establecido que las dietas ofrecidas a preescolares tienen una baja densidad energética debido a su alto contenido de agua (15,16); otra característica frecuente de encontrar en estas preparaciones es una alta concentración de lípidos, en los guisos se presentan valores de G% de 35 a 50.

Alviña y cols. (17) evidenciaron en preescolares que consumían preparaciones tipo sopa, tratadas con enzimas dextrinizantes, que la densidad energética o el aporte de grasa no limitaron el consumo inmediato, de tal modo el consumo de las sopas con mayor densidad energética elevaron en forma considerable la ingesta de energía. Estos resultados no concuerdan con los hallazgos de otros investigadores, como los publicados por Fomon en lactantes (18) y Araya y cols. en preescolares (6, 19), quienes demostraron que al aumentar la densidad energética de las fórmulas en lactantes y de los guisos en preescolares, los niños consumieron significativamente menos cantidad de alimentos. Esta discrepancia se puede explicar porque los estudios diferían en las condiciones dietéticas de las preparaciones. Por otra parte, la concentración de grasa también

ha sido propuesta como un factor limitante de la ingesta, efecto atribuido a una menor velocidad de vaciamiento gástrico (20, 21).

Los trabajos publicados en relación al tema de compensación energética, se han realizado en animales de experimentación (22-24) y los que se han realizado en humanos han sido exclusivamente en adultos (25,26,27). En estos estudios una de las metodologías más utilizada fue la de proporcionar los alimentos en forma de una precarga (cantidad controlada de alimentos ofrecida entre 20 a 60 minutos antes de una comida) y posteriormente se determinó la ingesta de alimentos ofrecidos sin restricción. Utilizando esta metodología, Rolls y cols. (25,26) no observaron ningún efecto sobre el consumo posterior.

El efecto de la ingesta de grasa en el desayuno sobre la saciedad a corto plazo (almuerzo) en adultos, fue estudiado por Sepple y Read (28), y establecieron que la mayor ingesta de grasa en el desayuno reducía significativamente la ingesta energética del almuerzo en comparación con un desayuno bajo en grasa. Sin embargo, los autores no controlaron la densidad energética de la oferta, de tal manera que no se puede saber si el efecto es de la grasa per se o de la ingesta energética. Otros autores ensayaron en adultos varones, dietas con diferentes relaciones de hidratos de carbono-grasa, 0.77 a 2.04 (37 a 57% de hidratos de carbono respectivamente), y detectaron un mayor grado de saciedad de la comida alta en hidratos de carbono en relación a la comida alta en grasa (29).

Diferentes consumos energéticos en el almuerzo (431 kcal vs 844 kcal), condicionados por la manipulación, ya sea de hidratos de carbono o grasa, no produjo cambios en la ingesta energética del día en adultos cuando ellos podían elegir libremente sus alimentos durante el día (30).

El aumento en la ingesta de grasas se ha asociado con enfermedades coronarias, cáncer y obesidad (31), debido a esto la recomendación dietética es reducir la ingesta de grasa a un 30% o menos de

las calorías totales. Con información obtenida del Nationwide Food Consumption Survey (NFCS) los niños de 3-5 años de edad, entre los años 1987-1988 consumen menos calorías y menos grasas que entre 1977-1978; este descenso se hace evidente desde los años 60, en niños de 3-5 años de edad el G% de 38.7 en el 60, disminuyó a 34.9% en 1970 (32). Lissner y cols (33) demuestran que adultos sometidos a dietas con diferente contenido de grasas, disminuyen su ingesta energética cuando son sometidos a la condición baja en grasa. Aunque no hay evidencia de que la preferencia por grasas es innata, los niños están frecuentemente expuestos a alimentos altos en grasas desde pequeños, y se asocia el consumo de estos alimentos a una reducción del hambre. Además muchos alimentos altos en grasas son también altos en azúcar y sal, por lo cual son sabores preferidos por los niños. Esto provoca un desarrollo en las preferencias por alimentos altos en grasas que persisten en la edad adulta (34,35).

De acuerdo con la información disponible hay múltiples variables involucradas en el complejo proceso de la regulación de la ingesta energética en humanos (36,37). En consecuencia cobran gran relevancia los estudios que examinan la capacidad de compensación energética frente a diferentes niveles de ingesta energética y de grasa en un tiempo de comida sobre la ingesta de alimentos y energía en la comida subsecuente.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en 51 niños preescolares de ambos sexos, con edades de 24 a 48 meses, asistentes a un jardín Infantil de la Región Metropolitana. Se seleccionaron los niños con estado nutricional normal de acuerdo al índice Peso/Talla, según los estándares de la NCHS (38).

A los niños se les proporcionó a las 9.00 horas un desayuno que incluyó 250 g de una de las fórmulas lácteas en estudio y 3 galletas de 5 gramos cada una.

Se realizaron cuatro tratamientos dietéticos en las fórmulas lácteas: dos niveles de energía y dos niveles de grasa utilizando un diseño 2\*2 factorial (Tabla 1). El aporte energético de las galletas fue de 67.5 kcal, por lo tanto los tratamientos I y III tuvieron un aporte energético de 267.5 kcal cada uno y los tratamientos II y IV un aporte de 367.5 kcal cada uno.

TABLA 1  
Valor nutritivo de las formulas lácteas utilizadas en el estudio

Fórmula	Densidad energética (kcal/g)	Proteínas g/250g	Lípidos g/250g	Hidratos de carbono g/250g	Energía kcal/250
I	0.8	7.1	6.3	28.7	200
II	1.2	7.1	6.3	53.7	300
III	0.8	6.8	0.9	41.2	200
IV	1.2	6.8	0.9	66.2	300

Los ingredientes utilizados fueron leche con diferente contenido de materia grasa según el tipo de fórmula, saborizante y nessesucar; la proporción de los ingredientes cambió de acuerdo con los requisitos nutricionales impuestos en el diseño experimental. Las fórmulas se elaboraron en una batidora semi-industrial donde se homogenizó el agua previamente hervida y tibia con la leche en polvo, posteriormente se adicionó el saborizante y nessesucar, luego se completó con agua

hervida y tibia al volumen necesario. Las fórmulas lácteas se envasaron en termos adecuados para ser llevados al Jardín Infantil, donde se realizaron los ensayos. Las preparaciones fueron ofrecidas a una temperatura de 50° C.

El almuerzo fue ofrecido a las 12 horas, y entre el desayuno y almuerzo se cuidó que los niños no consumieran alimentos. El almuerzo estaba constituido por un guiso (280 g), un postre jalea (100 g) y un complemento yogur (175 g). Se ofrecieron en forma alternada, dos guisos de consumo habitual uno con base en fideos y otro con base en papas, el aporte nutritivo promedio se muestra en la Tabla 2. La densidad energética tanto de la jalea como la del yogur fue de 1 kcal/g.

TABLA 2  
Valor nutritivo\* de los dos guisos ofrecidos en el almuerzo

Energía (kcal/100g)	97.0
Proteínas (g/100g)	3.6
Lípidos (g/100g)	3.8
E.N.N.** (g/100g)	12.3
Cenizas (g/100g)	1.4
Humedad (g/100g)	79.0

\* Valores promedios

\*\* Extracto no nitrogenado

La determinación de la ingesta de alimentos en el desayuno y almuerzo, se efectuó utilizando el método de pesada diferencial, entre lo ofrecido y la cantidad dejada por el niño. Se realizaron un total de 720 observaciones de consumo, considerando sólo aquellos niños que al desayuno tuvieron una ingesta de energía superior al 75% de la oferta inicial. El total de observaciones de consumo fueron de 188, 158, 185 y 189 para los tratamientos I, II, III y IV respectivamente.

Los niños fueron estimulados pero no obligados a comer. En caso que el niño lo solicitara se ofreció repetición de cualquiera de las tres preparaciones.

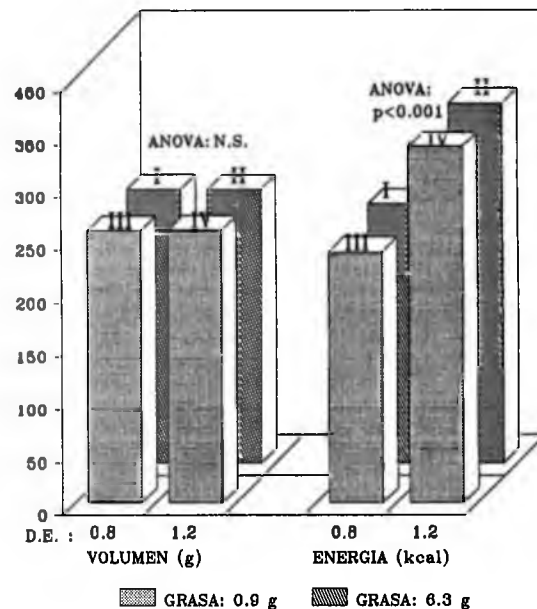
La ingesta de energía se calculó utilizando la información del consumo de alimentos y los resultados del análisis químico proximal de las preparaciones ofrecidas. De cada preparación se recolectaron muestras, se trasladaron al laboratorio y se realizó el análisis químico según las técnicas de la AOAC (39).

Para el análisis de los resultados se calculó promedio y desviación estándar, y para el análisis estadístico se utilizó el método de análisis de varianza (ANOVA) dos direcciones y el test de Tukey, según Snedecor y Cochran (40).

## RESULTADOS

En el gráfico 1 se muestran los resultados del consumo inmediato (desayuno) de alimentos y energía para los cuatro tratamientos realizados. Se aprecia que no hubo diferencia en el volumen consumido según el tipo de fórmula, en cambio la ingesta de energía fue significativamente superior, 100 kcal más, en los tratamientos con mayor densidad energética (II y IV) en relación a los tratamientos con menor densidad energética (I y III), tal como era lo esperado por las características nutricionales del diseño experimental.

GRAFICO 1  
Consumo inmediato: volumen y energía del desayuno en preescolares



En la tabla 3 se muestra el consumo subsiguiente de alimentos (almuerzo). Se puede apreciar que el volumen de alimentos consumidos se modificó en relación inversa y significativa por efecto de la densidad energética y en relación directa por nivel de grasa de los tratamientos. Los cambios en el volumen de consumo del almuerzo total (guiso, jalea y yogur) se debieron a modificaciones en la ingesta de guiso y de yogur; en cambio la ingesta de jalea fue similar en los cuatro tratamientos. Cuando los niños consumieron al desayuno las fórmulas de menor densidad energética (I y III) el consumo de guiso y yogur fueron mayores, y en consecuencia el almuerzo total fue significativamente mayor que con los tratamientos de mayor densidad energética en el desayuno (II y IV). El nivel de grasa sólo provocó un efecto en relación directa y significativa sobre el consumo subsiguiente en el nivel de inferior densidad energética (I versus III).

TABLA 3  
Efecto de la densidad energética y del nivel de grasa del desayuno sobre el consumo subsiguiente: volumen ingerido (g) del almuerzo\* en preescolares

Grasa (g/250g)	Densidad energética (kcal/g)	
	0.8	1.2
6.3	I 481.2±100.5	II 411.5±89.6
0.9	III 430.9±102.4	IV 400.5±91.1

\* Incluye el consumo de guiso, jalea y yogur

Significancia Estadística, ANOVA (dos direcciones):

Efecto de la densidad energética : p << 0.001

Efecto de la grasa : p << 0.001

Interacción densidad energ \* grasa : p << 0.001

Test de Tukey:

densidad energética: p < 0.05

grasa : p < 0.05

I ≠ II, III, IV

III ≠ IV

En la tabla 4 se muestra la ingesta de energía del almuerzo que sigue la misma tendencia del volumen. La menor densidad energética de las fórmulas lácteas provocó una ingesta de energía mayor en el almuerzo. Al comparar las fórmulas del nivel superior de grasa (I vs II) se observa que la fórmula de densidad energética inferior provocó una ingesta energética de 65 kcal más que su homóloga de densidad energética superior. En cambio en el nivel inferior de grasa (III vs IV) se aprecia que la fórmula de menor densidad energética provocó una ingesta que sólo fue superior en 33 kcal. El nivel de grasa produjo un efecto significativo sobre la ingesta energética del almuerzo, sólo en el nivel de menor densidad energética; así con el tratamiento alto en grasa (I) consumen en promedio 51 kcal más que con el bajo en grasa (III).

TABLA 4

Efecto de la densidad energética y del nivel de grasa del desayuno sobre el consumo subsecuente: ingesta energética (kcal) del almuerzo \* en preescolares

Grasa (g/250g)	Densidad energética (kcal/g)	
	0.8	1.2
6.3	I 470.2±105.1	II 406.1±93.0
0.9	III 419.7±104.2	IV 385.6±92.2

\* Incluye el consumo de guiso, jalea y yogur

Significancia Estadística, ANOVA (dos direcciones):

Efecto de la densidad energética :  $p < 0.001$

Efecto de la grasa :  $p < 0.001$

Interacción densidad energ \* grasa : N.S

Test de Tukey:

densidad energética:  $p < 0.05$

grasa :  $p < 0.05$

I ≠II, III, IV

III≠IV

En la tabla 5 se muestra la ingesta energética total (desayuno y almuerzo). Se aprecia que tanto la densidad energética como el nivel de grasa provocaron un efecto significativo sobre el consumo de energía de ambos tiempos de comida. Al comparar el efecto de la densidad energética en el nivel superior de grasa (I vs II) se observa que cuando al desayuno consumieron la fórmula de densidad energética inferior (I), la ingesta energética total fue 31 kcal menos, que con su homóloga de densidad energética de superior (fórmula II), y al comparar el efecto en el nivel inferior de grasa (III vs IV) con la fórmula de menor densidad energética consumen en total 66 kcal menos que con su homóloga de densidad energética 1.2 (IV). Al evaluar el efecto de la grasa en se aprecia que la ingesta energética es superior con las fórmulas del nivel superior de grasa (I y II) en comparación con sus fórmulas homólogas del nivel superior de grasa (III y IV) respectivamente. Es importante hacer notar que en el nivel de densidad energética inferior la diferencia en la ingesta energética por efecto de la grasa es mayor que en el nivel de densidad energética superior, esto se confirma con el ANOVA ya que la interacción es significativa lo que estaría demostrando que el efecto de la densidad energética y del nivel de grasa son dependientes. El tratamiento III (menor nivel de grasa y densidad energética) produce una ingesta energética inferior, y a la inversa se aprecia que con el tratamiento con mayor nivel de grasa y densidad energética, los niños presentan la mayor ingesta energética total.

TABLA 5

Efecto de la densidad energética y del nivel de grasa del desayuno sobre el consumo subsecuente: energía total (kcal) (desayuno y almuerzo) en preescolares

Grasa (g/250g)	Densidad energética (kcal/g)	
	0.8	1.2
6.3	I 714.3±117.3	II 745.7±108.0
0.9	III 656.0±113.7	IV 722.2±98.9

\* Incluye el consumo de guiso, jalea y yogur

Significancia Estadística, ANOVA (dos direcciones):

Efecto de la densidad energética :  $p < 0.001$

Efecto de la grasa :  $p < 0.001$

Interacción densidad energ \* grasa :  $p < 0.05$

Test de Tukey:

densidad energética:  $p < 0.05$

grasa :  $p < 0.05$

I ≠II, III

II=III,IV

III≠IV

## DISCUSION

Recientemente en un estudio realizado en preescolares divididos en dos grupos de edad 24 a 36 y de 36 a 48 meses de edad, se demostró que los niños al ser sometidos a una restricción energética en un tiempo de comida son capaces de compensar parcialmente su ingesta energética en la comida subsecuente (41).

Los resultados del presente estudio obtenidos con los tratamientos dietéticos realizados, demuestran que tanto la densidad energética como el nivel de grasa influyen sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía. La densidad energética tiene una relación inversa y la grasa una relación directa con el consumo subsecuente de alimentos y energía. Estos resultados dan evidencias de que en los niños hay una tendencia a la compensación energética durante el almuerzo. Cuando al desayuno consumen una menor ingesta energética (tratamientos I y III) en el almuerzo presentan un consumo significativamente mayor de energía, comparado con los tratamientos que al desayuno tuvieron un mayor aporte energético (II y IV). Estos resultados son concordantes con otros estudios realizados en adultos que demuestran compensación energética; Foltin y cols (42) en adultos demuestran que compensan la dilución calórica, aumentando la ingesta de alimentos de mayor densidad energética. Posteriormente Foltin y cols. (30) observan compensación energética con almuerzos de diferente aporte energético (431 versus 844 kcal) logrado con modificación en el aporte de hidratos de carbono o de grasa, en este estudio no observan cambios en la ingesta energética del día en adultos que pueden elegir libremente sus alimentos. En un estudio realizado en adultos con manipulación de energía y de macronutrientes (hidratos de carbono y grasas) demuestran compensación energética pero no de macronutrientes (43). Sin embargo, los resultados de trabajos de investigación realizados en adultos son controvertidos (25-28), esto se explica en parte por los diseños experimentales que se han utilizado. En estudios de precarga con diferente densidad energética y tipo de productos no muestran ningún efecto sobre la comida subsecuente ofrecida a los 60 minutos (26); en cambio una serie de autores (27,28,29,44,45) han demostrado que la ingesta de macronutrientes influye sobre el consumo subsecuente, y estos estudios han sido realizados modificando el macronutriente, sin

controlar la densidad energética por lo que se hace difícil poder discriminar si el efecto observado se debe al macronutriente o por la densidad energética; por esta razón en el presente estudio se utilizó un diseño 2\*2 factorial, es decir dos niveles de densidad energética y en cada nivel de energía dos niveles de grasa, con un aporte constante de proteínas.

Un hecho destacable del presente trabajo es que se evidencia una compensación energética parcial en ambos niveles de grasa, sin embargo llama la atención que la magnitud de esta compensación fue diferente. En el nivel de mayor contenido de grasa se aprecia que la compensación energética fue de un 67% en cambio en las fórmulas con menor contenido de grasa la compensación energética fue sólo de un 34%. Estos resultados están demostrando que la grasa tiene un menor poder saciador y en consecuencia en la comida subsecuente los niños son capaces de consumir más y compensar mejor el déficit de energía del desayuno cuando consumen la fórmula I en comparación con la fórmula III. Hay estudios que demuestran que las grasas tienen un débil poder saciador comparado con macronutrientes como los hidratos de carbono. La mayor parte de los estudios le atribuyen a los hidratos de carbono complejos (almidón) un rol importante en la saciedad (25,46,47,48), en preescolares demostramos que preparaciones tipo sopa con niveles crecientes de almidón producían una disminución del consumo subsecuente en la medida que se incrementó en nivel de almidón (49), lo que estaría apoyando que los almidones son importantes en la regulación de la ingesta y en la saciedad en preescolares.

Astrup y Raben (50) sugieren que los hidratos de carbono y proteínas tienen un mayor poder saciador que las grasas, por lo tanto una reducción dietética de la proporción grasa/hidratos de carbono produce en sujetos normales balance negativo de grasa en sujetos que consumen dieta ad-libitum, en cambio un aumento en la proporción grasa/hidratos de carbono produce un balance positivo de grasa y aumento de peso. Blundell (51) al comparar un suplemento de hidratos de carbono con el mismo aporte de energía que uno de grasa, demostró en adultos que el suplemento de hidratos de carbono produjo supresión del apetito a los 90 minutos pero no tuvo efecto a los 270 minutos, en cambio las grasas no inhibieron el apetito en ninguno de los dos tiempos.

Warwick y cols. (52) estudiando el efecto de las propiedades sensoriales y composición de macronutrientes (altos en hidratos de carbono y altos en grasas) sobre la intensidad de hambre demostraron que las dietas altas en hidratos de carbono presentan una mayor saciedad que las altas en grasas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que los niños con el nivel de menor densidad energética y de grasa presentan un menor consumo de energía total, y son concordantes con lo que observó Lissner y cols. (33) en adultos sometidos a dietas con diferente contenido de grasa, en la condición baja en grasa demostró una menor ingesta de energía.

De los resultados del presente estudio podemos concluir que en los preescolares hay una tendencia a la compensación energética en el corto plazo (comida subsecuente) y la magnitud de ésta es menor cuando en el consumo inmediato la dieta tiene un menor aporte de grasa y en consecuencia un mayor contenido de hidratos de carbono. Estos hallazgos estarían apoyando el hecho que una menor proporción grasa/hidratos de carbono produce una mayor saciedad, es decir las grasas tendrían un menor poder saciador que los hidratos de carbono. Estos antecedentes son de gran importancia en la alimentación del preescolar y en el manejo dietético de la desnutrición así como también en casos de sobrepeso u obesidad.

## REFERENCIAS

1. Scrimshaw N S. Through a glass darkly: discerning the practical implications of human dietary protein-energy interrelationships. *Nutr Rev*; 53:321-337. 1977
2. Novotny R. Preschool feeding, health and nutritional status in Gualaceo, Ecuador. *Arch Latinoamer Nutr.*; 37:417- 443. 1987.
3. Alvarez M L, Guzman M T, Vial M, Jaque G & Gattas V. Hábitos alimentarios. *Arch Latinoamer Nutr.*; 27:125-139. 1977.
4. Araya H, Vera G & Alviña M. Editores. Manual de Alimentación del Preescolar, Santiago, Chile, 1991.
5. Church M. Dietary factors in malnutrition: quality and quantity of diet in relation to child development. *Proc Nutr Soc.*; 38:41-49. 1979
6. Araya H, Vera G & Pak N. An experimental model to establish recommended values of energy density. *Nutr Rep Internat.*; 37:241-248. 1988.
7. Araya H, Alviña M, Vera G, Araya J & Pak N. Consumo de preparaciones con diferentes atributos nutricionales y texturales por preescolares de 2 a 3 años. *Rev Chil Nutr.*; 17:182-189. 1989.
8. Vera G, Alviña M, Pak N & Araya H. Efecto de la ingesta de almidón sobre el consumo de alimentos y energía en preescolares. X Congreso Chileno de Nutrición, 1-3 Octubre 1992, Resumen N° 23, *Rev Chil Nutr.*; 20:90. 1992.
9. Payne PR. Safe protein-calorie ratios in diets. The relative importance of protein and energy intake as causal factors in malnutrition. *Am J Clin Nutr.*; 28:281-286. 1975.
10. Nicol BM. Protein and calorie concentration. *Nutr Rev*; 29:83-88. 1971.
11. Rutishauser IHE & Frood JDL. The effect of a traditional low-fat diet on energy and protein intake, serum albumin concentration and body-weight in Ugandan preschool children. *Brit J Nutr.*; 29:261-268. 1973.
12. Araya H, Vera G & Pak N. Effect of dietary energy density on food intake of preschool children in one meal. *Nutr Rep Int.*; 28:965-971. 1983.
13. Pak N, Vera G & Araya H. Energy density of diets: analysis of the dietary variables that allow its prediction. *Nutr Rep Internat.*; 28:305-308. 1983.
14. Hudson GJ, John PMV & Paul AA. Variation in the composition of Gambian foods: the importance of water in relation to energy and protein content. *Ecol Food Nutr.* 1980; 10:9.
15. Pak N, Vera G & Araya H. Valor nutritivo de la alimentación otorgada por el Programa de Alimentación al preescolar en el Área Metropolitana de Santiago. *Rev Chil Nutr.* 1984; 12:41-46.
16. Araya H, Alviña M, Vera G, Araya J & Pak N. Consumo de preparaciones con diferentes atributos nutricionales y texturales por preescolares de 2 a 3 años. *Rev Chil Nutr.* 117: 182-189. 1989.
17. Alviña M, Vera G, Pak N & Araya H. Effect of the addition of malt flour to extruded pea-rice preparations on food and energy intake by preschool children. *Ecol Food Nutr.* 24:189-193. 1990.
18. Fomon SJ, Filer LJ Jr, Thomas LN, Anderson TA & Nelson TA. Influence of formula concentration on caloric intake and growth of normal infants. *Acta Paediatr Scand.* 64:172-178. 1975.
19. Araya H, Vera G & Pak N. Relación entre densidad energética y consumo de alimentos en niños preescolares. VII Congreso Latinoamericano de Nutrición 26-29. Resumen N°34. Noviembre 1984;
20. Kissileff HR & Van Italie TB. Physiology of the control of food intake. *Ann Rev Nutr.* 2:371. 1982.
21. Low AG. Nutritional regulation of gastric secretion, digestion and emptying. *Nutr Research Reviews* 3:229-252. 1990.
22. Kanarek RB. Energetics of meal pattern in rats. *Physiol Behav.* 17: 395-399. 1976.
23. Levitsky DA & Collier G. Effects of diet and deprivation on meal eating behaviour in rats. *Physiol Behav.* 3:137-140. 1968.
24. Snowdon CT. Motivation, regulation and the control of meal patterns with oral and intragastric feeding. *J Comp Physiol Psychol.* 69: 91-100. 1969.

25. Rolls BJ, Hetherington M & Burley VJ. The specificity of satiety: the influence of foods of different macronutrient content on the development of satiety. *Physiol Behav.* 43 (2):145-153. 1988.
26. Rolls BJ, Hetherington M & Burley BJ. Sensory stimulation and energy density in the development of satiety. *Physiol Behav.* 44 (6):727-733. 1988.
27. Barkeling B, Rossner S & Bjornell H. Effects of a high- protein meal (meat) and high carbohydrate meal (vegetarian) on satiety measured by automated computerized monitoring of subsequent food intake, motivation to eat and food preferences. *Int J Obes.* 14:743-751. 1990.
28. Sepple CP & Read NW. Effect of prefeeding lipid on food intake and satiety in man. *Gut.* 31:158-161. 1990.
29. Van Amelsvoort JM, Van Stratum P, Dubbelman GP & Lussenburg RN. Effects of meal size reduction on postprandial variables in male volunteers. *Ann Nutr Metab.* 43:163. 1990.
30. Foltin RW, Fischman MW, Moran TH, Rolls BJ & Kelly TH. Caloric compensation for lunches varying in fat and carbohydrate content by human in a residential laboratory. *Am J Clin Nutr.* 52: 969-980. 1990.
31. Arteaga A. Situación nutricional del adulto en Chile. En: Vera G, Araya H, Atalah E. Eds. Alimentación y Nutrición en Salud y Enfermedad, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile, p77. 1992.
32. Schlicker SA, Borra ST & Regan C. The weight and fitness status of United States children. *Nutrition Reviews* 52:11. 1994.
33. Lissner L, Levitsky DA, Strupp BJ, Kalkwarf HJ & Roe DA. Dietary fat and the regulation of energy intake in human subjects. *Am J Clin Nutr* 46:886. 1987.
34. Rolls B. Changing the preference for fat in foods. *Nutrition Reviews* 52:21. 1994.
35. Kern DL, Mc Phee L, Fisher J, Johnson S, Birsh LL. The postingestive consequences of fat condition preferences for flavors associated with high dietary fat. *Physiol Behav* 54:71-76. 1993.
36. Tremblay A, Lavallé N, Almérás N, Allard L, Després JP, Bouchard C. Nutritional determinants of the increase in energy intake with a high-fat diet. *Am J Clin Nutr* 53:1134-1137. 1991.
37. Read N, French S, Cunningham K. The role of the gut in regulating food intake in man. *Nutrition Reviews* 52:1-10. 1994.
38. NCHS, Growth curves for children birth-18 years. United States. Hyattsville, Md.: US Department of Health Education and Welfare, Public Health Service, National Center for Health Statistics, Vital and Health Statistics, Series 11, N° 165. 1977.
39. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis 13 th. ed. Washington DC. AOAC, 1980.
40. Snedecor G N, Cochran W G. Statistical methods. Ames, Iowa University Press, 1972.
41. Vera G, Alviña M, Pak N, Oyarzún MT, Fuentes A & Araya H. Efecto de la ingesta energética del desayuno sobre el consumo de energía del almuerzo en preescolares. *Rev Chil Nutr.* 21:133-141. 1993.
42. Foltin RW, Fischman MW, Emurian CS & Rachlinski JJ. Compensation for caloric dilution in humans given unrestricted access to food in a residential laboratory. *Appetite* 10:13-14. 1988.
43. Foltin R W, Rolls B J, Moran T H, Kelly T H, Mac Nelis A L & Fischman M W. Caloric, but not macronutrient, compensation by humans for required-eating occasions with meals and snack varying in fat and carbohydrate. *Am J Clin Nutr.* 55:331-342. 1992.
44. Hill AJ & Blundell JE. Sensitivity of appetite control system in obese subjects to nutritional and serotonergic challenges. *Int J Obes.* 14: 219. 1990.
45. Birch LL, Mc Phee LS, Bryant JL & Johnson SL. Children's lunch intake: effects of midmorning snacks varying in energy density and fat content. *Appetite* 20(2), 83-94. 1993.
46. Rodin J. Effects of pure sugar vs. mixed starch fructose loads on food intake. *Appetite* 17, 213-219. 1991.
47. Rogers PJ & Blundell JE. Separating the actions of sweetness and calories: effects of saccharin and carbohydrates on hunger and food intake in human subjects. *Physiol Behav.* 45: 1093-1099. 1989.
48. Duncan KH, Bacon JA & Weinsier RL. The effects of high and low energy density diets on satiety, energy intake and eating time of obese and nonobese subjects. *Am J Clin Nutr.* 37:763. 1983.
49. Araya H, Vera G, Alviña M, Fuentes A, Oyarzún MT & Pak N. Efecto de diferentes niveles de almidón y fibra dietética de preparaciones sobre el consumo inmediato y subsecuente de preescolares de 24 a 48 meses. *Arch Latinoamer Nutr.* 44:12-17. 1994.
50. Astrup A & Raben A. Obesity: an inherited metabolic deficiency in control of macronutrient balance?. *Eur J Clin Nutr.* 46: 611-620. 1992.
51. Blundell JE, Burley VJ, Cotton JR & Lawton CL. Dietary fat and the control of energy intake: evaluating the effects of fat on meal size and postmeal satiety. *Am J Clin Nutr.* 57 (Suppl):772S-778S. 1993.
52. Warwick ZS, Hall WG, Pappas TN & Schiffman SS. Taste and smell sensations enhance the satiating effect of both a high-fat meal in humans. *Physiol Behav* 53:553. 1993.

Recibido: 29-09-1994

Aceptado: 21-08-1996

## Interaction of zinc and vitamin A in rats receiving a regional diet of Manaus, Amazonas, Brazil. Effect of supplementation with vitamin A, zinc and zinc and vitamin A.

Lucía K.O. Yuyama<sup>1</sup> y Silvia M.F. Cozzolino<sup>2</sup>

**RESUMO.** Interação de zinco e vitamina A em ratos recebendo uma dieta regional de Manaus, Amazonas, Brasil. Efeito da suplementação com vitamina A, zinco e zinco e vitamina A. Foi estudada a interação de zinco e vitamina A em ratos recebendo uma dieta regional de Manaus, suplementada com vitamina A, zinco e zinco e vitamina A. A dieta regional foi elaborada segundo os dados de Shrimpton & Giugliano (6), para famílias com rendimentos inferiores a 2 salários mínimos. O ensaio biológico para estudo da interação, se baseou na depleção de zinco e vitamina A em ratas na fase de lactação, e na repleção dos filhotes após o desmame, onde se realizaram as suplementações com zinco (0,82 mg %) e vitamina A (94,2 µg %) isoladamente e em conjunto, de acordo com as recomendações do Committee on Laboratory Animal Diets (7). Os resultados nos permitiram concluir que ocorreu interação destes nutrientes a nível de mobilização de vitamina A hepática. Na dieta estudada existe necessidade de suplementação com vitamina A, para manutenção das reservas hepáticas, e, com zinco, para a manutenção normal da concentração de vitamina A no plasma, embora a quantidade de zinco presente, na dieta, avaliada pelos parâmetros de medida da biodisponibilidade de zinco como crescimento, concentração nos órgãos e da enzima zinco dependente tenha sido utilizada adequadamente pelos animais, provavelmente pelos fatores promotores da dieta.

Palavras chave: Zinco, vitamina A, interação, suplementação e dieta.

**SUMMARY.** The interaction of zinc and vitamin A in rats receiving a regional diet of Manaus, supplemented with vitamin A, zinc and zinc and vitamin A was studied. The regional diet was elaborated according to data of Shrimpton and Giugliano (6), for families receiving less than two minimum salaries. The biological test to study the interaction was based on the depletion of zinc and vitamin A in rats in the period of lactation, and a period of repletion where supplements of zinc (0.82 mg %) and vitamin A (94.2 µg %) were given, either separately or together, according to the recommendations of the Committee on Laboratory Animal Diets (7). From the results, it was concluded that there was an interaction of these nutrients in terms of mobilization of hepatic vitamin A. Although the regional diet of Manaus did not meet the zinc RDA, the amount present was enough to utilize the available vitamin A. Although the amount of zinc present in the diet, as determined by parameters of bioavailability, such as growth, concentration in organs and zinc-dependent enzymes, was adequately used by the animals, probably due to promoting factors in the diet. The Manaus regional diet needs to be supplemented with vitamin A in order to maintain the hepatic reserves, and with zinc, to maintain the normal levels of vitamin A in plasma.

Key words: Zinc, vitamin A, interaction, supplementation and diet.

### INTRODUCTION

Zinc and vitamin A are essential nutrients for human and animals, and despite the knowledge accumulated during years, information about their interaction in the organism is only recent (1). The interaction of zinc and vitamin A became evident when rats deficient in zinc, showed low levels of plasma vitamin A, despite having an adequate dietary intake of this vitamin (2). Diet deficient in zinc in an experimental model, appears to influence not only the mobilization of vitamin A, but also its oxidation/ reduction interconversion in peripheral tissues (3).

Specific studies involving the diet of a population in order to verify the interaction of zinc and vitamin A are scarce in the literature. Therefore, taking into consideration the severity of vitamin A deficiency in the Amazon region (4) and the indication of zinc deficiency (5), it was decided to study the interaction of these nutrients in a diet of the Manaus region, in rats, as well as, to verify

the effect of supplementation with vitamin A, zinc and zinc and vitamin A.

The utilization of this model, in rats, have been reported in the literature for studies of these nutrients, and the extrapolation for humans can be done with some precaution.

### MATERIAL AND METHODS

**Diet:** The diets simulated the regional diet of Manaus, which was elaborated according to the data of Shrimpton and Giugliano (6), on basis of the average consumption of families receiving up to two minimum salaries. Food items were purchased from local shops in the City of Manaus (Amazonas), Brazil. The description and amount of these food items are given in Table 1.

The study was carried out in two phases, in the first, the depletion in zinc and vitamin A and in a second phase a repletion period.

In this experiments, thirteen adult female albino Wistar (*Rattus norvegicus*, var, albinus, Rodentia, Mammalia) rats with six male young rats each, were used. They were provided by University of São Paulo School of Pharmaceutical Sciences. These rats received diet «ad libitum» based on casein deficient in zinc and vitamin A in the lactating period, with the aim of obtaining recently weaned animals deficient in both of these nutrients, which corresponded to the

1 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônica INFA/CPS. Manaus, Brasil

2 Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Laboratório de Nutrição- USP. São Paulo, Brasil

depletion period. This diet contained the nutrients in quantities suggested by the Committee on Laboratory Animal Diets (7), with the exception of zinc and vitamin A (Table 2). The casein utilized was previously washed with 1.5 EDTA twice and followed washed ten times with deionized water in order to remove the residual zinc. The initial casein zinc level was 21 µg Zn/g and we obtained a final level of 4.98 µg/g.

TABLE 1  
Composition of a regional diet of Manaus, AM (6)

Items	Amount (g)
Rice, raw and refined	64,7
Bread roll	140,6
Manioc, flour	71,9
Potatoes sweet/English	13,3
Sugar refined	60,4
Beans, raw	29,7
Tomato	11,5
Onion, raw	8,9
Corn, boiled, cooked	7,1
Pumpkin, raw	3,5
Cabbage	2,7
Parsley	4,7
Banana	65,2
Avocado	5,8
Lemon	4,7
Beef and chicken	74,4
Eggs, raw	12,5
Fish	150,6
Milk, reconstituted	101,2
Oil, soya	16,0
Margarine	6,1
Soft drink	59,9
Coffee	12,4
Salt, refined	9,8
Miscellaneous	5,1
Total	943,0

TABLE 2  
Ingredients used for preparing casein-based diets<sup>1</sup>

Nutrients	Control	Depleted
Casein <sup>2</sup>	20,0	20,0
Sugar	10,0	10,0
Fibre	5,0	5,0
Oil, soya	5,0	5,0
AIN Mineral with zinc	3,5	-
AIN Mineral mix without zinc	-	3,5
AIN Vitamin mix	1,0	-
AIN Vitamin mix without vitamin A	-	1,0
D,L - Methionine	0,3	0,3
Choline bitartrate	0,2	0,2
Starch	55,0	55,0

(1) Diets prepared according to the Committee on Laboratory Animal Diets (7)

(2) Casein washed with 1 % EDTA twice and deionized water 10 times.

At the same time, two female rats in the same conditions as above, with six pups each, were fed with a complete casein diet, and were considered the control group in order to confirm depletion. At the end

of 25 days, six animals recently weaned from the control group and six from the depleted group were sacrificed to assess the nutritional status of zinc and vit. A.

After this period, the animals which were depleted in zinc and vitamin A received a regional diet of Manaus for a period of seven days, for adaptation with this diet. At the end of this period, six more animals of each group were sacrificed in order to determine the parameters related to zinc and vitamin A in this time, considered the start of repletion period.

The repletion period was 30 days and the design was completely random with five groups of eight animals each, weighing 48,90±0,54 g, distributed as follows: 1) Regional Diet (RD), the animals received the regional diet of Manaus, with a zinc concentration of 2,2 mg % and vitamin A 25,8 µg %; 2) Regional Diet plus vitamin A (RD+A), the regional diet was supplemented with 94,2 µg % of retinol; 3) Regional Diet plus zinc (RD+Zn), the regional diet was supplemented with 0,82 mg % zinc; 4) Regional Diet plus Zinc plus vitamin A (RD + Zn+ A), the regional diet was supplemented with 0,82 mg % and 94,2 µg %, respectively, of zinc and vitamin A; 5) Control, received a complete diet based on casein, according to the recommendation of the Committee on Laboratory Animal Diets (7) which includes 120 µg % vitamin a and 3,0 mg% of zinc.

During the experimental period, the animals were kept in individual stainless steel cages, in an environment with controlled and constant humidity and temperature, with a light cycle of 12 hours. All material used was demineralized in 30 % nitric acid for a minimum of 12 hours.

The growth of the animals was followed during the entire study by weighing them each week. The provision of food, the change of water drinking and the collection of faces was done every two days and at the same time. At the end of the experiment, all animals were anesthetized in order to obtain the biological material for analysis. The food was restricted only on the day the animals were sacrificed, they were given deionized water «ad libitum».

Blood was taken from the abdominal artery and centrifuged at 3000 rpm for 15 min. at 4 °C. The plasma obtained was kept at 20 °C until analysis. After blood was collected, the liver was injected with freezing 0,9 % NaCl, wrapped in aluminium foil and frozen in liquid nitrogen until analysis. Testicles was wrapped in aluminium a tissue aliquot was homogenised and centrifuged at 37000 rpm for 60 min. at 4 °C in order to draw off the cytosol content of the cell for the determination of alcohol dehydrogenase activity, by the method of Bergmeyer (8). The concentration of protein in the supernatant was determined according to Lowry et al (9), using the Folin reagent, taking bovine albumin as control.

The analysis of the diets and the energy calculation was done following the AOAC methods (10). The determination of the fibre fraction was done according to the method of Asp et al (11) and the phytate by colorimetry, according to the method of Thompson and Erdman (12), modified method of Lajolo et al (13).

Zinc in the diets and femurs was determined by atomic absorption spectrophotometry method (14), by direct absorption of the samples in liquid form after a humid digestion (14). For analysis control, the recommendations of Cornelis (15) were followed, using as reference material «Total Diet 1548» of the NBS (National Bureau of Standards). The zinc concentration in plasma was determined directly in samples diluted in the ratio of 1:4 by the atomic absorption method according to Rodrigues et al (16).

The concentrations of calcium and iron in the regional diet was

determined by plasma induced atomic emission spectroscopy and selenium by neutron activation analysis.

The concentrations of vitamin A and carotenoids in plasma and liver of the animals was determined by the method of Bessey, Lowry et al (17) modified by Flores (18).

Analysis of variance and Tuckey test were used at a probability of 5 % in order to compare the means, Pimentel Gomes (19).

## RESULTS AND DISCUSSION

**Diet:** Evaluating the quantitative aspect and the extrinsic or dietetic factors, it can be seen that the regional diet of Manaus presents relevant aspects which favour the bioavailability of zinc, such as, high protein content (96.8 g/day) of mainly animal origin, deficiency of calcium (405.5 mg), low level of phytate (403 mg), phytate: zinc molar ratio (3,8) and phytate x Ca/Zn (38,7) below the critical levels, being adequate in fibre (19.6 g), with borderline levels of zinc (10.7 mg), and deficiency of vitamin A (126.4 µg/day). Therefore, it is possible that all these predisposing factors have influenced positively in the results obtained, despite the limitations of some nutrients.

**Depletion period:** Signs of deficiency were observed in the young rats which suckled zinc and vit A depleted mother. The animals showed weight loss, reduced appetite, loss of fur and abnormal posture.

Analysis of Table 3 indicates that there was a significant difference for ponderal growth.

TABLE 3

Average values and standard deviations of weight gain, zinc levels in the femurs and vitamin A concentration in plasma and liver of animals in the depleted and control groups during the period of development of zinc and vitamin A deficiency

Group	Weight variation (g)	Concentration		
		Vitamina A Plasma (%)	Liver (µg/g)	Zinc Femurs (µg/g)
Deplete	49,9 <sup>b</sup> ± 0,5	8,9 <sup>b</sup> ± 3,4	26,4 ± 5,8	35,5 <sup>b</sup> ± 3,3
Control	103,2 <sup>a</sup> ± 3,9	31,5 <sup>a</sup> ± 2,5	22,6 <sup>a</sup> ± 2,1	115,7 <sup>a</sup> ± 5,4

The same letters in a vertical column are not significantly different at a probability level of p<0,05.

The vitamin A concentration in plasma, and zinc concentration in femurs, were significantly different for the depleted and control groups (p<0,05), demonstrating that depletion had occurred. With regard to vitamin A concentration in liver, there was no significant difference between the depleted and control groups (p<0,05) (Table 3). This suggests that in zinc and vitamin A deficient animals, the vitamin A was not sufficiently mobilized from the liver to plasma (Table 4). These data agree with those reported by Smith et al (2).

**Repletion period:** In Table 4 the food consumption and weight variation of the animals during the repletion period is presented. It was noted that during the experimental period, all animals receiving different treatments gained weight. However, it was greater for the animals treated with the regional diet of Manaus, whether supplemented or not.

TABLE 4  
Average values and standard deviation of food consumption and weight gain

Group	Food consumption (g)	Weight variation (g)
RD <sup>1</sup>	388,3 <sup>a</sup> ± 28,7	135,6 <sup>a</sup> ± 12,7
RD + A	390,5 <sup>a</sup> ± 43,4	144,2 <sup>a</sup> ± 15,9
RD + Zn	346,0 <sup>ab</sup> ± 34,2	125,9 <sup>ab</sup> ± 15,9
RD + Zn + A	376,1 <sup>a</sup> ± 41,4	141,9 <sup>a</sup> ± 16,6
CONTROL	303,3 <sup>a</sup> ± 33,5	99,3 <sup>a</sup> ± 16,0

<sup>1</sup> RD (Regional diet); A (vitamin A); Zn (zinc)

The same letters in a vertical column are not significantly different at a probability level of p<0,05.

On comparing the diet consumption between the groups, it can be seen that the control group consumed the least and the control diet contained levels of zinc and other nutrients which met the Committee on Laboratory Animal Diets recommendations (Table 4). A possible explanation for the lower consumption of this group could be due to the fact that the casein used in the preparation of the diet was washed with EDTA in order to make the zinc levels uniform, and this process could have affected the palatability and acceptability of this diet, as shown by Cossack and Hamer (20).

Zinc levels in femurs were greater in those animals whose diet was supplemented with zinc, vitamin A and zinc and vitamin A. Table 5.

TABLE 5

Mean and standard deviation of zinc level in femurs and plasma of animals subjected to different treatments during the repletion period

Treatment	Zinc	
	Femurs (µg/g)	Plasma (µg %)
RD	111.7 ± 7.7	1.5 ± 0.1
RD + A	116.0 ± 5.8	1.6 ± 0.1
RD + Zn	120.3 ± 7.0	1.5 ± 0.1
RD + Zn + A	119.5 ± 11.0	1.7 ± 0.1
Control	98.8 ± 15.2	0.8 ± 0.2

The same letters followed in a vertical column are not significantly different at a probability level of p<0,05.

These results suggested that the zinc in the regional diet of Manaus is available, and the deficiency in calcium could increase the retention of zinc in the femurs (21).

The zinc plasma values were greater when the regional diet was supplemented with zinc and vitamin A, and in decreasing order for those on the diet supplemented with vitamin A, compared with the control animals (Table 5). Second King (22) the alterations in zinc plasma concentration are temporary, tending to reach a homeostatic equilibrium, and are greatly influenced by a variety of factors, such as physical stress, infection, inflammation, hormonal conditions, amongst others (23).

As far as the alcohol dehydrogenase (ADH) activity in the animal

liver is concerned, it was observed that there was a greater activity,  $p < 0.05$ , when the animals were treated with the regional diet supplemented with zinc (Table 6), but not when was accompanied by additional vitamin A.

Boron et al (23) showed an alcohol dehydrogenase activity significantly reduced in zinc deficient animals. Other studies have shown conflicting results (3).

TABLE 6  
Mean alcohol dehydrogenase (ADH) activity in liver and testicles of animals submitted to the different treatments in the repletion period

Treatments	ADH activity (nmol/min/mg protein)	
	Liver	Testicles
RD	51.4 <sup>b</sup> ± 13.3	23.7 <sup>a</sup> ± 2.6
RD + A	61.0 <sup>b</sup> ± 11.4	25.5 <sup>a</sup> ± 5.6
RD + Zn	78.8 <sup>a</sup> ± 10.9	21.1 <sup>a</sup> ± 6.7
RD + Zn + A	52.8 <sup>b</sup> ± 12.8	27.3 <sup>a</sup> ± 8.0
Control	57.4 <sup>b</sup> ± 13.6	21.3 <sup>a</sup> ± 3.6

The same letters appearing vertically are not significantly different at a probability level of  $p < 0.05$

In relation to the activity of this enzyme in testicles of the animals in the different treatment groups, there was no significant difference  $p < 0.05$  (Table 6).

The plasma vitamin A levels were significantly greater in the animals whose diet was supplemented with zinc and vitamin A, compared with other treatment (Table 7).

According to studies of Underwood et al (24), the concentration of vitamin A in plasma is directly related to the concentration of vitamin A in liver, only when the hepatic stock is below the threshold.

TABLE 7  
Means and standard deviation of vitamin A concentration in plasma and liver of animals submitted to different treatments during the repletion period

Treatments	Plasma vit. A ( $\mu\text{g} \%$ )	Liver vit. A ( $\mu\text{g/g}$ )
RD	26.1 <sup>b</sup> ± 5.4	5.5 <sup>d</sup> ± 1.1
RD + A	22.7 <sup>b</sup> ± 5.4	42.0 <sup>a</sup> ± 4.3
RD + Zn	22.6 <sup>b</sup> ± 4.8	7.7 <sup>cd</sup> ± 1.4
RD + Zn + A	33.2 <sup>a</sup> ± 4.8	31.0 <sup>b</sup> ± 5.8
Control	22.4 <sup>b</sup> ± 3.1	14.2 <sup>c</sup> ± 3.0

The same letters appearing vertically are not significantly different at a probability of  $p < 0.05$ .

A number of dietetic conditions other than vitamin A deficiency can reduce the plasma vitamin A levels. For example, rats receiving a protein deficient diet (25) or a limited complete diet (2). Another possibility is that the zinc present in the diet was sufficient to maintain the plasma levels by means of its specific effect on the mobilization of hepatic vitamin A, according to studies of Smith et al (2).

The hepatic levels of vitamin A were significantly greater in the

animals whose vitamin A, followed by those supplemented with zinc and vitamin A (Table 7), which suggest that vitamin A is the limiting nutrient in the diet. Such evidence can be justified by the low amounts obtained in the chemical analyses, and by the hepatic concentration, which was significantly reduced in the animals which received a regional diet and a regional diet supplemented with zinc.

It was also observed that the regional diet supplemented with both zinc and vitamin A appears to have influenced the hepatic reserves as well as a greater mobilization of vitamin A from the liver, which is justified by the increase in plasma levels.

These results allows the interpretation that zinc dietary levels, according to the recommendations of Committee on Laboratory animal Diets (7), are important for a normal vitamin A metabolism and that vitamin A is important in maintaining normal hepatic levels.

Therefore, it can be concluded that in the conditions of this study, there was an interaction of the nutrients studied, by the effect of zinc on the mobilization of vitamin A in the liver.

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors gratefully acknowledge the financial support from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

#### REFERÊNCIAS

- Smith J.C. Jr. The vitamin A-Zinc connection: a review. *Ann N.Y. Acad. Sci.* 80:62-75, 1980.
- Smith J.C. Jr., McDaniel E.G., Fan F.F., Halssted J.A. Zinc trace element essential in vitamin A metabolism. *Science.* 181:954-55, 1973.
- Sundaresan P.R., Cope f.O., Smith J.C. Jr. Influence of zinc deficiency on retinal reductase and oxidase activities in rat liver and testes. *J. Nutr.* 107:2189-97, 1977.
- Marinho H.a., Castro J.S., Burini R.C. Níveis séricos de vit A. em pré-escolares de um bairro pobre de Manaus, AM. *Acta Amazônica.* 19:335-42, 1989.
- Shrimpton R., França T.S., Rocha Y.R., Golden M.H.N. Estudo sobre o estado nutricional em relação ao zinco na Amazônia. I níveis de zinco no soro e ingestão de zinco em operários de Manaus. *Acta Amazônica:* 13:773-94, 1983.
- Shrimpton R., Giugliano R. Consumo de alimentos e alguns nutrientes em Manaus, 1973-74. *Acta Amazônica.* 9:117-141, 1979.
- Committee on Laboratory Animal Diets/Assembly of Life Sciences National, Research Council. Control of diets in laboratory animal experimentation. *Nutr. Abstr. Rev.* 49:413-419, 1979.
- Bergmeyer H.U. *Methods of enzymatic analysis.* 2. ed. Academic Press, p.139-141. 1975.
- Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-275, 1951.
- Association Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis.* 14 ed. Arlington. 1141p. 1984.
- Asp N.G., Hohansson C.G., Hallmer H., Siljestrom M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.* 31:476-482, 1983.
- Thompson D.B., Erdman J.W. Jr. Phytic acid determination in soybeans. *J Food Science.* 47:513-17, 1982.
- Lajolo F.M., Márquez U.M.L., Filisetti-Cozzi, R.M.C.C., McGregor I. Chemical composition and toxic compounds in rapeseed (*Brassica napus*. L.) cultivars grown in Brazil. *J. Agric. Food Chem.* 39:1933-1937, 1991.
- Parker M.M., Homoller F.L., Mahlen D.J. Determination of copper and

- zinc in biological material. *Clin Chem* 13:40-42, 1967.
15. Cornelis R. Use of references materials in trace element analysis of foodstuffs. *Food Chem* 43:307-13, 1992.
  16. Rodrigues M.P., Narizano A., Demezylo V., Cid A. A simple method for the determination of zinc human plasma levels by flame atomic absorption spectrophotometry. *At Spectrosc.* 10:68-70, 1989.
  17. Bessey O.A., Lowry O.H., Brock M.F.F., López J.A. The determination of vitamin A and carotene in small quantities of blood serum. *J. Biol Chem* 166:177-79, 1946.
  18. Araujo C.R.C., Flores H. Improved spectrophotometric vitamin A assay. *Clin Chem* 24:1-386, 1978.
  19. Pimentel Gomes F. *Curso de estatística experimental*. 12 ed. Piracicaba 467p. 1987.
  20. Cossack Z.T., Hamer Vensen C.J.A. Evaluation of the EDTA-washed diet for use in the experimental production of zinc deficiency in human subjects. *Int J Vit Nutr Res.* 57:99-102, 1987.
  21. Murray E.J., Messer H.H. Turnover of bone zinc during normal and accelerated bone loss in rats. *J Nutr* 111:1641-47, 1981.
  22. King J.C. Assessment of zinc status. *J Nutr.* 120:1474-79, 1990.
  23. Boron B., Hupert S., Barch Dd.H., Foz C., Friedman H., Laydes T.J., Mobnhan S. Effect of zinc deficiency on hepatic enzymes regulating vitamin A status. *J Nutr.* 118:995-1001, 1988.
  24. Underwood B.A., Loerch J.D., Lewis K.C. Effects of dietary vitamin A deficiency retinoic acid and protein quantity and quality on serially obtained plasma and liver levels of vitamin A in rats. *J Nutr* 109:796-806, 1979.
  25. Smith r.R., Goodman D.S., Zaklama M.S., Gabr M.K., Maraghy s., Ptwardhan V.S. Serum vitamin A, retinol - binding protein and prealbumin concentration in protein-calorie malnutrition. I. A functional defect in hepatic retinol release. *Am J Clin Nutr* 26:973-81, 1973b.

Recibido: 25-07-1995

Aceptado: 08-08-1996

## Chemical and nutritional assessment of heifers omasum flour

Silvia Fernández<sup>1</sup>, J. Cid<sup>1</sup>, Mirta L. de Arellano<sup>1</sup>, G.A. de Hauria<sup>1</sup>, J. Luco<sup>2</sup>, Sara L. de Mucciarelli<sup>1</sup>

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

**SUMMARY.** The chemical and nutritional properties of flour from total calf omasum are assessed with the purpose of considering the utilization of a waste product from the meat industry as animal food. The results of the chemical percent analysis showed a high protein content of 78,6 g/100 g, a total lipid amount of 3,70 g/100 g and a cholesterol concentration of 0,14 g/100g. From the study of the total saturated fatty acid composition it is deduced that palmitic acid prevails with a value of 28,4 %. Unsaturated fatty acids show a value of 75 % for oleic acid, this being the highest concentration. The values found for lipid composition are similar a fat bovine. Biological techniques were used to evaluate nitrogen utilization: Net Protein Utilization (NPU), true Digestibility (tD) and Biological Value (BV); a proof with casein as reference was simultaneously performed. The NPU, tD and the BV values found were: 58±7,0; 87±8,5 and 67 respectively. These results demonstrate that the assayed meat by-product had the adequate nutritive elements for its industrialization as porcine balanced food.

**RESUMEN.** Evaluación química y nutricional de harina de librillo de vaquillona. Se sometió a estudio la harina de librillo de vaquillona (omasum) con el objeto de caracterizarlo químicamente y nutricionalmente a fin de considerar la utilización de un desecho de la industria cárnica. Los resultados del análisis químico porcentual mostraron un alto contenido en proteínas, 78,6 g/100 g, un tenor de lípidos totales de 3,7 g/100 g y una concentración de colesterol de 0,14 g/100 g.

Del análisis de la composición de ácidos grasos, se desprende que del total de ácidos grasos saturados, la mayor concentración corresponde al ácido palmítico con un valor de 28,4 %. Con respecto a los ácidos grasos no saturados el mayor porcentaje, 75 % corresponde al ácido oleico. Estos contenidos son similares a los promedios informados para grasa vacuna.

Para estimar el aprovechamiento nitrogenado, la siguiente metodología biológica fue llevada a cabo: utilización proteica neta (UPN), digestibilidad verdadera (Dv) y valor biológico (VB), simultáneamente se realizó una experiencia control con caseína. Los valores encontrados para UPN, Dv y VB fueron: 58±7,0; 87±8,5 y 67 respectivamente.

Mediante estos resultados se demuestra que el subproducto cárnico evaluado posee los elementos nutritivos adecuados para su industrialización bajo la forma de balanceado para porcinos.

### INTRODUCTION

The nutritional value of meat by-product for animal feeding has been widely studied (1,2,3) since they usually contain the necessary nutrients to obtain high nutritional quality products, and on the other hand, they constitute an additional low-cost source of proteins for human and animal consumption. The aim of the present study was to assess the chemical and nutritional properties of the omasum, which is removed from the rest of the digestive tract during animal evisceration.

### MATERIALS AND METHODS

The material used in this study was provided by a local slaughter house, Río Seco S.A. The stomach was prepared in the following way: After evisceration the rumen content was eliminated by means of a cold water stream, then a lavage treatment was performed in an «uncrusting» machine which operates by a centrifugal mechanism using hot water at 80 °C during 10 minutes in order to remove the clusters. Then, the material was placed on a table where the residual fat and cutings were removed. Thereafter, a bleaching step was

performed which consisted of a treatment with 2 % oxygenated water at 65 °C for 10 minutes for the removal of the undesirable colouring substances such as the pasture carotenoids.

Next, previous cutting, the stomach was dried on stainless steel trays in a forced-air oven for 48 h at 95 °C; finally a flour was obtained by grinding.

### Chemical analysis

Humidity, ether extract, and ashes were determined according to the technique described by AOAC (4); proteins by the Kjeldhal method modified by Winkler (5); sodium, potassium, iron and calcium were measured by atomic absorption using a spectrophotometer (Instrumentaion Laboratory a/ae model 751), phosphorus was spectrophotometrically determined (6). Cholesterol and total lipids were determined according to Zak (7). The fatty acids were extracted from an omasum tissue homogenate with a methanol chloroform mixture (8). The fatty acid evaluation as methyl ethers was performed by gaseous chromatography.

- Chromatograph: Varian 3300
- Columns: 10 % SP-2330
- Outer diameter (OD): 1/8<sup>11</sup>
- Injection temperature: 250 °C
- Detector: Flame ionization detector (FID): 250 °C
- Oven temperature: T= 185 °C
- Chromatograph range: 10<sup>-11</sup>

1 Laboratorio de Ensayo y Valoración de Medicamentos

2 Laboratorio de Alimentos

In the derivative treatment, diazomethane in ethyl ether as methylating reagent was used (9). The following methodology was applied; the obtained dry extracts from samples were dissolved in 2 ml of ethylic ether and then the methylating agent was added dropwise until a permanent light yellow colour was obtained, letting at rest for 1h.

The solution was evaporated to dryness with a N<sub>2</sub> stream, the residue, depending on the case, then was dissolved in 1 or 2 ml of acetone and injected in the chromatograph. The corresponding controls were run and the fatty acids were identified, and their percent was calculated on the basis of the areas obtained by the chromatogram.

**Biological Assays:** In order to evaluate the protein biological quality, the NPU and tD nitrogen utilization was carried out according to Miller and Bender (10), and then the BV was obtained by the NPU/tD ratio. Four groups of Wistar 30 day-old rats were used, one group for the non-protein diet, two for the test material and the other control.

Each group consisted of 6 animals (weight differences of  $\pm 0,5$  g), water and food was supplied «ad libitum» for 10 days. Food intake and weight gain was recorded. The diets were prepared as reported by Sambucetti et al (11).

In the experimental diet, the protein comes from the omasum flour. The theoretical composition of nutrients expressed in g/100 g of diet was the following:

Omasum flour (contribute 10g of protein) .....	12,72
Corn oil .....	12,79
Salts mixture .....	5,00
Hydrosoluble vitamins .....	0,25
Liposoluble vitamins .....	0,50
Choline (as citrate) .....	0,15
Dextrin .....	100,00

The salt mixture of hydrosoluble and liposoluble vitamins was prepared according to Harper (12). Concomitantly, an experiment was carried out with a protein contribution of 10% provided by casein. In the apoprotein diet dextrin substitutes for the protein. The experimental conditions have been previously detailed (13). A record of the food intake and weight gain was kept.

## RESULTS AND DISCUSSION

It is observed (Table 1) that the mean protein value is lower than that reported for beef (82,71 %) by others (14).

TABLE 1  
Omasum flour general chemical composition  
(in 100g of sample)

Humidity g	3,10
Protein (Nx6.25) g	78,59
Ashes g	4,84
Ether extract (petroleum ether) g	9,81
Total lipids g	3,70
Cholesterol g	0,14
Calcium (as Ca) mg	98,50
Total phosphorus (as P) mg	176,00
Sodium mg	68,00
Potassium mg	187,00
Iron mg	1,90

The total lipid concentration (3,70%) is superior to the integral shark flour (2,4 %) (15) and superior to that of fish (1,30%) (16); the value for cholesterol (0,14 %) is higher than that reported for beef (0,07%) and similar to that reported for meat (0,15%) (17).

The calcium value was 98,50, and if they are compared to the blood flour value (280 mg %) our results are remarkably low (14).

The phosphorus, sodium and iron concentration values found were similar to those for beef. Observing the fatty acid composition determined as methyl esters by GLC (Table 2), it can be deduced that the percent of saturated fatty acids (C<sub>14</sub>, C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>) constitute the 48,8 % of the total fatty acids examined, prevailing the palmitic acid. The unsaturated fatty acids represent 51% of total, oleic acid presenting the highest concentration (75 %). Comparing the fatty acid content of bovine fat (14) with the present results it can be inferred that no significative differences are observed among the saturated acids. For the unsaturated acids, high values were found for linoleic and arachidonic acid, reporting values of 2 and 0,1% respectively.

TABLE 2  
Mean percentages of mayor fatty acids in heifers omasum flour

Fatty acid	Acid (common name)	Relative Percent <sup>(1)</sup>
14:0	myristic	2,6
16:0	palmitic	28,4
18:0	estearic	17,8
18:1	oleic	38,4
18:2	linoleic	6,5
20:4	arachidonic	6,1

(1) Percent of the total peak area of the fatty acid listed

The biological protein data are detailed in Table 3. From the analysis of these values it can be observed that NPU, tD and BV values were 13 %, 12% and 10% lower than those reported respectively, for beef (17). This analysis allows us to infer that the nitrogen utilization of the calf omasum flour is lower to that for beef. An intake of 95 g was recorded during the 10 days of treatment, which was superior to the casein diet (85 g).

TABLE 3  
Biological quality evaluation

Determination	Experimental Diet Omasum Flour	Control Diet Casein
NPU	58 $\pm$ 7,0 <sup>(1)</sup>	72 $\pm$ 6,5 <sup>(2)</sup>
tD	87 $\pm$ 8,5	95 $\pm$ 10,0
BV	67	76
I	95 $\pm$ 12,3	85 $\pm$ 11,3
$\Delta$ p	28 $\pm$ 4,3	30 $\pm$ 3,9

(1): Mean  $\pm$  standard deviation

NPU = Net Protein Utilization

tD = True Digestibility

BV = Biological Value

I = Intake, expressed in g during 10 days of treatment

$\Delta$ p = Corporal weigh gain expressed in g.

(2)  $p < 0,001$  versus controls at Student's T test (n=6).

Considering the weight gain in this time period, an average value of 28 was obtained, which is similar to the control (30 g). The integral result of this study shows that the meat by-product assessed here increases the availability of protein sources, since it has the adequate nutrients for the obtention of products with excellent useful nutritional qualities, mainly for the elaboration of balanced foods for human and swine species consumption at a low production cost.

### REFERENCES

1. Caldas S.A. and Moraes-Santos T. Animal wastes I. Effect of processing on the chemical and protein nutritional value of calf stomach. Arch. Latinoamer Nutr 31:498-508. 1981.
2. Fuller H.L. The value of poultry by-products as sources of protein and unidentified growth factors in Broilers ration. Poultry Sci. 35:1143-1144. 1956.
3. Souza M.L.P., Jokl L., Silva J.M.L. and Vieira E.C.. Hatchery Wastes. Nutritional evaluation of non-hatched eggs. Arch Latinoamer Nutr 28: 401-411. 1978.
4. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis of the AOAC, 15th ed. Edited by Kenneth Helrich. Virginia 22201 USA. 1990.
5. Jacobs M.B. The chemical analysis of foods and food. Products N.Y. Eds Krieger Publishing Co. Inc. p.34. 1973.
6. Stuffins C.B. The determination of phosphate and calcium in feeding stuff. Analyst 92: 107-113. 1967.
7. Zak B., Mose N., Boyle J., Zlatkes A.. Reactions of certain unsaturated steroids with acid iron reagent. Anal. Chem 26:776-781. 1954.
8. Rosato R.R., Jahn G.A. and Giménez M.S.. Amelioration of some metabolic effects produced by hyperthyroidism in late pregnant rats and their fetuses. Effects on lipids and proteins. Hormone Metab. Res. 24:15-20. 1992.
9. Analysis of pesticides residues in human and environmental samples -EPA- 600/880-038. 1980.
10. Miller D.S. and Bender A.E. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. Brit J. Nutr, 9: 382-388. 1955.
11. Sambucetti M.E., Gallegos G. and Sanahuja J.C. Estudio de la proteína extraída de semillas de lino. Valor nutritivo e inocuidad. Arch. Latinoamer Nutr. 23:7994. 1973.
12. Harper A.E. Amino acid balance and imbalance I. Dietary level of protein and amino imbalance J. Nutr. 68:405-409. 1959.
13. Mucciarelli S.I.L. de, Cid J.A., de Arellano M.L., Fernández S. and de Luquez N.G.. Calidad biológica del aislado proteínico de hojas de *Atriplex mamularia*. Arch Latinoamer Nutr 35:458-465. 1985.
14. Price J.F. and Schweigert B.S. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. España, Ed. Acribia p.591. 1976.
15. Lacera Rúa A., Bressani R., Molina M.R. and Braham J.E.. Evaluación de la calidad proteica de la harina de carne de tiburón tollo. Arch. Latinoamer Nutr 34:146-168. 1984.
16. Noll B.I. and Lindau C.F. Aspectos de composição em nutrientes da carne da Rã Touro - Gigante (*Rana catesbiana*) Cad. Far. 3:29-36. 1987.
17. Salinas R.D. Alimentos y Nutrición. Bromatología aplicada a la salud. Bs.As. Ed «El Ateneo» p.93. 1988.
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Amino acid content of foods and biological data on proteins. Roma, F.A.O. p.179. 1970.

Recibido: 01-09-1995

Aceptado: 07-05-1996

## Comportamiento reológico de concentrados de tomate: efecto de la temperatura y la concentración

José A. Barreiro M.<sup>1</sup>, Aleida J. Sandoval B.<sup>2</sup>, Anelena Guédez<sup>3</sup>, Yanina Luciani<sup>3</sup>

Depto. de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar.

**RESUMEN.** Se estudió el comportamiento reológico de varias marcas comerciales de pasta de tomate doble concentrada fabricadas en Venezuela, a diferentes temperaturas 30, 40, 50, y 60 °C y a cuatro niveles de concentración: 15, 20, 25 y 30 % de sólidos totales. Para ello se utilizó un viscosímetro rotacional de cilindros concéntricos Haake Rotovisco Modelo RV-2. El comportamiento reológico se ajustó a un modelo pseudoplástico, definido por la ecuación de la potencia, igualmente, se determinaron los parámetros reológicos (índice de consistencia y comportamiento) para cada una de las pastas y condiciones estudiadas. En general, de acuerdo a los análisis estadísticos realizados, el índice de consistencia (K) mostró una disminución con el aumento de la temperatura, incrementándose con aumentos en la concentración. El efecto combinado de la temperatura y de la concentración fue determinado mediante una ecuación que relaciona el índice de consistencia con estos parámetros. En forma análoga, se determinó que si bien la temperatura no tiene un efecto apreciable en el índice de comportamiento en el rango de 30 a 50 °C, si lo tiene para algunas pastas a 60 °C. De la misma forma, se constató que no existía un efecto significativo de la concentración en el índice de comportamiento para valores iguales o superiores a 20 % de sólidos totales, sin embargo, si se apreció este efecto para niveles de 15%. Palabras claves: reología, comportamiento reológico, pasta de tomate, concentrado de tomate

**SUMMARY.** Rheological behavior of tomato concentrates: Effect of temperature and concentration. The rheological properties of various brands of double concentrated tomato paste manufactured in Venezuela were studied. The effect of temperature (30, 40, 50, 60 °C) and concentration (15, 20, 25 and 30 % total solids) was determined. A concentric cylinders viscometer Haake Rotovisco RV-2 was used for this purpose. A pseudoplastic behaviour that followed the power law was found. The rheological parameters (consistency and behavior indexes) that characterize each paste were determined for the conditions of the study. According to the statistical analyses done the consistency index (K) diminished with an increase in temperature and increased as the concentration increased. An equation to determine the consistency index as a function of temperature and concentration was obtained. Likewise, it was found that temperature did not have a significant effect on the behavior index (n) in the range from 30 to 50 °C, however this effect was significant for some of the pastes at 60 °C. On the other hand, concentration levels above 20 % total solids did not have a significant effect on the behavior index, but a significant effect was determined for 15 % total solids.

Keywords: Rheology, rheological behavior, tomato paste, tomato concentrate

### INTRODUCCION

Las propiedades reológicas de un alimento están íntimamente relacionadas con su calidad y aceptación por parte del consumidor, siendo también esenciales para el diseño de procesos de esterilización continua, la estimación de coeficientes de transferencia de calor, tasas de evaporación, requerimientos de bombeo y mezcla de fluidos. La determinación del efecto de la temperatura sobre las propiedades reológicas (caso no isoviscoso) es indispensable para efectuar los cálculos relativos al flujo de fluidos no Newtonianos con transferencia de calor simultánea que tiene lugar en el procesamiento de alimentos fluidos (1, 2) y en particular en los procesos de concentración y esterilización de la pasta de tomate.

La mayoría de los trabajos de reología de jugo, suero y pasta de tomate encontrados en la literatura (3,4,5,6,7,8,9) son indicativos de un comportamiento pseudoplástico, representado por la ecuación de la potencia:

$$\tau = K (-du/dr)^n \quad (\text{Ec. 1})$$

Algunos autores han determinado la existencia de un esfuerzo mínimo de deformación inicial  $\tau_0$ , con lo cual el comportamiento reológico puede asimilarse a los modelos de Herschel-Bulkley; Mizhari-Berk, o a un modelo modificado de Casson (4,8,10). En la mayoría de los casos este parámetro resulta tener valores pequeños de difícil medición, siendo más simple a los efectos de cálculos ingenieriles asimilar el comportamiento al de un fluido pseudoplástico, a pesar de que exista de hecho un  $\tau_0$  finito (4).

La ecuación de Arrhenius (Ec. 2) ha sido ampliamente utilizada para estudiar el efecto de la temperatura en la viscosidad aparente de diversos productos a una tasa de corte dada, empleándose este parámetro en lugar de K (5,8,11,12,13,14). Rao et al. (14), sugirieron su utilización para relacionar el efecto de la temperatura en el índice de consistencia K para fluidos que obedecen la ley de la potencia:

$$K = K_0 \exp (Ea/R/T) \quad (\text{Ec. 2})$$

La ecuación:

$$n = n_1 C^a \quad (\text{Ec. 3})$$

fue satisfactoriamente utilizada por varios autores para determinar el efecto de la concentración en la viscosidad aparente, a una tasa de corte determinada, en jugos y concentrados de frutas y vegetales (3,4,14,15). De igual forma, se podría substituir la viscosidad aparente por el índice de consistencia.

- 1 Profesor Titular. Grupo de Ingeniería y Procesamiento de Alimentos
- 2 Profesor Asistente. Grupo de Ingeniería y Procesamiento de Alimentos
- 3 Estudiantes del programa de Ciencia y Tecnología de Alimentos

El efecto combinado de la temperatura y la concentración puede ser determinado mediante la ecuación:

$$\ln K = \ln K_1 + (Ea/R) (1/T) + a \ln C \quad (\text{Ec. 4})$$

la cual considera tanto el modelo de Arrhenius para la temperatura (Ec. 2) como la ecuación (Ec. 3) para el efecto de la concentración. Esta ecuación también ha sido utilizada por otros autores (16,17,18,19,20,21).

Rao et al. (4) estudiaron las propiedades de flujo de concentrados de tomate, encontrando que la viscosidad aparente y el índice de consistencia de las pastas obtenidas de cuatro variedades de tomate se incrementaban con la concentración de sólidos totales. El índice de comportamiento era dependiente de la variedad y de la temperatura de ruptura, pero independiente de la concentración de sólidos totales (6 a 36 %). De igual manera, Shi-Ying Xu et al. (7) analizaron el efecto de la temperatura de rompimiento (85 a 107 °C) de cuatro variedades de tomate determinando que la viscosidad aparente a 25 °C de las pastas a una tasa de corte fija dependía tanto de la variedad como de la temperatura de ruptura. Fito et al. (5) determinaron que las muestras de concentrado de tomate producidas por el proceso de ruptura en caliente mostraban una viscosidad aparente y valores del índice de consistencia mayores y de índice de comportamiento menores que las producidas por el proceso de ruptura en frío. El efecto de otros parámetros de procesamiento como el diámetro de orificios del tamiz final de la máquina terminadora fue estudiado por Tanglerpaibul y Rao (8), encontrando que en general la viscosidad aparente, a una tasa de corte fija (100 s<sup>-1</sup>), aumentaba con el diámetro de los orificios.

Rao et al. (4) y Rao y Cooley (10), estudiaron el efecto de la concentración en el índice de consistencia, aplicando los modelos reológicos de Herschel-Bulkley (22), Casson (23) y Mizrahi y Berk (11), y observaron un incremento del índice de consistencia con el contenido de sólidos totales.

En la actualidad se dispone de una información muy limitada de estudios que relacionan simultáneamente los efectos de temperatura y concentración en productos de tomate que permitan la predicción de estos parámetros en ulteriores cálculos de esterilización y flujo de fluidos. En particular no se encontraron en la literatura datos referentes a la caracterización reológica de pastas de tomate comerciales producidas en Venezuela. Los objetivos del presente trabajo fueron: a) Determinar y caracterizar el comportamiento reológico de varias marcas de pastas de tomate producidas en Venezuela; b) Determinar el efecto de la concentración (sólidos totales) de la pasta y de la temperatura en los índices de flujo; c) Determinar ecuaciones generales que permitan la predicción del índice de consistencia de las pastas estudiadas.

## MATERIALES Y METODOS

**Preparación de las muestras:** El estudio se realizó con muestras de seis marcas comerciales de pasta de tomate doble concentrada manufacturadas en Venezuela en el año 1994, identificadas con las siglas RTCH, RSGC, WCHM, YCIN, AZMI, BHRL, las cuales fueron adquiridas simultáneamente en el comercio local.

Con la finalidad de llevar a cabo el estudio reológico de cada pasta, se realizaron diluciones, a partir del producto original (con alrededor de 30% de sólidos totales) para obtener las concentraciones de 15,0; 20,0 y 25,0 % de sólidos. Para ello, se determinó el

contenido de humedad en las muestras comerciales, mediante el método de la estufa a vacío, de acuerdo al procedimiento 14.003 de la A.O.A.C., (24), efectuándose las diluciones correspondientes con agua destilada.

**Estudio reológico:** Las determinaciones reológicas se realizaron empleando un viscosímetro rotacional de cilindros concéntricos Haake Rotovisco modelo RV-2, equipado con el sistema sensor NV y el cabezal MK 500, para rangos de viscosidades menores de  $2 \times 10^4$  mPa, y los sistemas sensores MVI, MVII y SVI, para rangos de viscosidades mayores que 104 mPa. Estos sistemas cubren un amplio rango de tasas de corte en los experimentos (hasta 3500 s<sup>-1</sup> aproximadamente). El equipo estaba provisto de un baño termostático de circulación de aceite (Modelo FK 2), lo cual permitió el control de la temperatura ( $\pm 0.1$  °C) de las muestras durante los experimentos. Las muestras se dejaron estabilizar durante 10 minutos en el viscosímetro hasta alcanzar la temperatura preestablecida para llevar a cabo el estudio. Se programó un aumento de velocidad del rotor desde 0 hasta 650 revoluciones por minuto.

El comportamiento reológico de las seis pastas de tomate estudiadas se determinó a temperaturas de 30,0; 40,0; 50,0 y 60,0 °C y a concentraciones de 15,0; 20,0; 25,0 y aproximadamente 30 % (dependiendo de cada pasta) de sólidos totales, para cada una de las temperaturas ensayadas. Todas las pruebas se realizaron por triplicado para cada combinación de temperatura y concentración.

**Análisis estadístico:** A las determinaciones reológicas se les realizó un análisis de regresión lineal y lineal múltiple para la determinación de los parámetros necesarios de acuerdo a la ecuación utilizada, empleando el paquete computacional STATGRAPHICS (Statistical Graphics System), versión 6.0.

De igual manera, con el fin de estudiar el efecto de la concentración y temperatura en los parámetros reológicos que caracterizan la pasta (índices de comportamiento y consistencia), se practicaron análisis de varianza de dos vías y se efectuaron pruebas de Duncan para la comparación de las medias. En todos los casos se utilizó un valor  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Comportamiento reológico de las pastas de tomate:** Los datos de las curvas de reología obtenidas fueron ajustados a varias ecuaciones de comportamiento reológico, encontrándose para todas las muestras que, el comportamiento reológico podía ser asimilado a un modelo pseudoplástico definido por la ecuación de la potencia (Ec. 1) en el rango de tasas de corte estudiadas. Esta ecuación fue linealizada al representarse  $\ln \tau$  en función de  $\ln (-du/dr)$ , obteniéndose de la pendiente el índice de comportamiento  $n$  y del valor de  $(\ln \tau)$  con  $(-du/dr) = 1$ , el índice de consistencia  $(\ln K)$ , a cada temperatura y concentración estudiadas. En todos los casos el ajuste a la ecuación de la potencia arrojó índices de correlación lineal elevados y significativos desde el punto de vista estadístico ( $p \leq 0,05$ ). Los resultados obtenidos para las seis pastas estudiadas se presentan en las Tablas 1 a 6. Este comportamiento reológico es similar al encontrado por otros autores para productos concentrados del tomate (3,4,5,6,7,8).

**TABLA 1**  
Parámetros reológicos en función de la temperatura y del contenido de sólidos totales para la pasta de tomate RTCH

Sólidos Totales (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Consistencia (K) (N s <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)	Coefficiente de Correlación (r) (adimensional)
15,0	30,0	3,75	0,40	0,995
	40,0	3,36	0,41	0,998
	50,0	3,34	0,40	0,972
	60,0	3,14	0,38	0,991
20,0	30,0	25,84	0,27	0,990
	40,0	23,55	0,28	0,999
	50,0	22,25	0,27	0,942
	60,0	15,46	0,31	0,987
25,0	30,0	37,37	0,31	0,998
	40,0	33,58	0,30	0,997
	50,0	33,13	0,29	0,989
	60,0	32,01	0,27	0,992
30,5	30,0	49,48	0,39	0,999
	40,0	47,32	0,35	0,987
	50,0	43,97	0,31	0,993
	60,0	43,06	0,25	0,958

**TABLA 3**  
Parámetros reológicos en función de la temperatura y del contenido de sólidos totales para la pasta de tomate WCHM

Sólidos Totales (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Consistencia (K) (N s <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)	Coefficiente de Correlación (r) (adimensional)
15,0	30,0	6,92	0,23	0,901
	40,0	2,52	0,32	0,926
	50,0	3,07	0,30	0,968
	60,0	1,17	0,39	0,940
20,0	30,0	7,89	0,26	0,959
	40,0	7,54	0,34	0,999
	50,0	6,96	0,35	0,998
	60,0	2,29	0,44	0,997
25,0	30,0	16,67	0,27	0,962
	40,0	15,72	0,30	0,963
	50,0	14,23	0,31	0,981
	60,0	8,07	0,39	0,997
32,8	30,0	52,18	0,26	0,972
	40,0	38,65	0,29	0,954
	50,0	30,95	0,32	0,958
	60,0	24,10	0,35	0,972

**TABLA 2**  
Parámetros reológicos en función de la temperatura y del contenido de sólidos totales para la pasta de tomate RSGC

Sólidos Totales (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Consistencia (K) (N s <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)	Coefficiente de Correlación (r) (adimensional)
15,0	30,0	4,48	0,41	0,993
	40,0	4,36	0,40	0,987
	50,0	3,94	0,41	0,991
	60,0	2,41	0,44	0,990
20,0	30,0	33,16	0,29	0,978
	40,0	31,57	0,26	0,947
	50,0	22,59	0,27	0,990
	60,0	12,49	0,33	0,991
25,0	30,0	66,44	0,26	0,995
	40,0	65,75	0,23	0,985
	50,0	60,98	0,22	0,934
	60,0	26,11	0,35	0,985
29,3	30,0	114,51	0,25	0,988
	40,0	86,54	0,23	0,957
	50,0	69,89	0,23	0,977
	60,0	53,82	0,26	0,974

**TABLA 4**  
Parámetros reológicos en función de la temperatura y del contenido de sólidos totales para la pasta de tomate YCIN

Sólidos Totales (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Consistencia (K) (N s <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)	Coefficiente de Correlación (r) (adimensional)
15,0	30,0	6,88	0,31	0,963
	40,0	5,48	0,32	0,974
	50,0	3,42	0,36	0,997
	60,0	1,49	0,44	0,996
20,0	30,0	42,28	0,20	0,883
	40,0	26,83	0,26	0,963
	50,0	24,82	0,27	0,859
	60,0	17,50	0,33	0,916
25,0	30,0	76,39	0,16	0,966
	40,0	57,14	0,22	0,825
	50,0	48,02	0,22	0,891
	60,0	39,08	0,20	0,905
27,6	30,0	95,08	0,22	0,819
	40,0	73,88	0,23	0,857
	50,0	53,32	0,27	0,937
	60,0	51,59	0,25	0,909

**TABLA 5**  
Parámetros reológicos en función de la temperatura y del contenido de sólidos totales para la pasta de tomate AZMI

Sólidos Totales (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Consistencia (K) (N s <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)	Coefficiente de Correlación (r) (adimensional)
15,0	30,0	3,22	0,40	0,996
	40,0	2,51	0,42	0,988
	50,0	2,42	0,40	0,992
	50,0	2,30	0,37	0,997
20,0	30,0	14,27	0,34	0,986
	40,0	13,08	0,32	0,987
	50,0	8,06	0,36	0,995
	60,0	6,46	0,33	0,995
25,0	30,0	36,24	0,30	0,975
	40,0	29,74	0,29	0,968
	50,0	27,70	0,28	0,984
	60,0	28,20	0,27	0,977
28,1	30,0	51,25	0,26	0,964
	40,0	49,45	0,25	0,928
	50,0	30,12	0,32	0,934
	60,0	27,37	0,33	0,946

**TABLA 6**  
Parámetros reológicos en función de la temperatura y del contenido de sólidos totales para la pasta de tomate BHRL

Sólidos Totales (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Consistencia (K) (N s <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)	Coefficiente de Correlación (r) (adimensional)
15,0	30,0	2,95	0,45	0,997
	40,0	2,49	0,45	0,996
	50,0	1,87	0,47	0,996
	50,0	1,75	0,46	0,999
20,0	30,0	28,98	0,28	0,996
	40,0	25,50	0,28	0,997
	50,0	22,16	0,30	0,994
	60,0	20,57	0,29	0,995
25,0	30,0	47,21	0,31	0,988
	40,0	42,39	0,30	0,995
	50,0	36,51	0,30	0,996
	60,0	34,53	0,31	0,999
31,1	30,0	50,07	0,44	0,977
	40,0	43,59	0,36	0,984
	50,0	40,84	0,34	0,985
	60,0	38,47	0,23	0,952

**Índice de Consistencia (K):** El análisis de varianza de dos vías practicado con los datos correspondientes al índice de consistencia K presentados en las Tablas 1 a 6, fue indicativo de que tanto la temperatura como la concentración tienen un efecto significativo sobre este parámetro ( $\alpha \leq 0,05$ ). En términos generales, el índice de consistencia K disminuyó a medida que aumentó la temperatura, y aumentó con incrementos en la concentración. Resultados similares

para el efecto de la concentración en el índice de consistencia fueron encontrados por otros autores para concentrados de tomate (4,7).

Se pudo comprobar que el índice de consistencia K presentó una variación con la temperatura, a concentración constante, que se ajustaba en todos los casos a la ecuación de Arrhenius (Ec. 2). De igual forma fue posible determinar el efecto de la concentración en este parámetro utilizando la ecuación (Ec. 3). Los resultados obtenidos no se muestran en este trabajo por razones de simplificación, sin embargo se presenta de seguido el efecto combinado de ambos.

Con la finalidad de determinar la variación del índice de consistencia con la temperatura y la concentración simultáneamente, se usó la ecuación (Ec. 4), la cual combina el modelo de Arrhenius y el efecto de la concentración:

$$\ln K = \ln K_1 + (Ea/R) (1/T) + a \ln C$$

Los valores  $\ln K_1$ ,  $(Ea/R)$  y  $a$  son constantes obtenidas a partir de la regresión lineal múltiple de  $\ln K$  en función de  $(1/T)$  y  $\ln C$ . En la Tabla 7 se presentan los valores de las constantes determinados con la ecuación (Ec. 4) para cada pasta de tomate estudiada. En todos los casos se obtuvo una relación lineal altamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre las variables involucradas, con coeficientes de correlación entre 0,811 y 0,950. Los valores de  $Ea/R$  oscilaron entre  $0,78 \times 10^{-3}$  y  $3,45 \times 10^{-3}$  °K; los de  $a$  entre 3,60 y 4,42; y los de  $\ln K_1$  entre -19,3 y -11,0  $Ns^n/m^2$ , para las diversas pastas.

**TABLA 7**  
Constantes de la ecuación (Ec.4) para predecir el índice de consistencia (K) en función de la temperatura y la concentración para las pastas de tomates estudiadas.

Muestra	$\ln K_1$ (N sn/m <sup>2</sup> )	$Ea/R \times 10^{-3}$ (°K)	$a$ (adimensional)	$r^2$ (b) (adimensional)
RTCH	-10,99	0,78	3,71	0,884
RSGC	-18,74	2,64	4,42	0,932
WCHM	-19,71	3,45	3,60	0,905
YCIN	-19,29	3,04	4,19	0,887
AZMI	-15,55	1,79	4,05	0,950
BHRL	-14,27	1,26	4,28	0,811

b) altamente significativo ( $p < 0,001$ )

El índice de consistencia de cada pasta en el rango de temperatura y concentración estudiados puede estimarse a partir de la ecuación (Ec. 4) con las constantes respectivas indicadas en la Tabla 7.

La variabilidad observada entre los índices de consistencia de las diferentes pastas de tomate estudiadas, se puede deber al uso de distintas variedades y grado de madurez del tomate, así como a diferentes condiciones en el procesamiento de la pasta, tales como temperatura de rompimiento, diámetro de las aperturas del tamiz y velocidad angular (r.p.m.) de la máquina terminadora, grado de refinamiento de la pulpa (fase sólida) y de los procesamientos térmicos envueltos en la esterilización comercial del producto que pueden afectar la hidrólisis de las pectinas naturales en el producto. No fue posible determinar estas condiciones en las pastas comerciales estudiadas. Cabe señalar que el índice de consistencia depende también de la forma como se obtiene la muestra, si es por concentración a partir de jugo o por dilución de la pasta concentrada, tal como se hizo en este trabajo.

**Índice de comportamiento (n):** El efecto de la concentración (sólidos totales) y la temperatura en el índice de comportamiento de las pastas fue estudiado mediante un análisis de varianza de dos vías, seguido de una prueba de Duncan para determinar diferencias significativas ( $\alpha=0,05$ ) entre las medias. Los datos analizados fueron presentados en las Tablas 1 a 6.

Los valores obtenidos para el índice de comportamiento son comparables a los obtenidos por otros autores, aunque bajo distintas condiciones experimentales. Rao et al. (4) encontraron que el índice de comportamiento de 70 concentrados de tomate (5,6 a 36 % de sólidos totales a 25 °C) osciló en un rango entre 0,175 y 0,259 para diversas variedades, mientras que Shi-Ying Xu et al. (7) determinaron valores entre 0,302 y 0,423 para concentrado de tomate con 25 % de sólidos a 25 °C.

Con relación al efecto de la temperatura el análisis mostró que no existía un efecto significativo de este parámetro en el índice de comportamiento a todos los niveles estudiados (30,40,50 y 60 °C) para las pastas AZMI, BHRL y RTCH. Sin embargo, para las pastas WCHM, RSGC y YCIM se encontró que si había un efecto para el nivel de temperatura de 60 °C, cuyo índice de comportamiento resultó ser significativamente mayor que el obtenido para las temperaturas de 30, 40 y 50 °C, en las pastas WCHM y RSGC, y para las temperaturas de 30 y 40 °C en el caso de la pasta YCIM.

De acuerdo a este análisis, el efecto de la temperatura en el índice de comportamiento no resultó ser significativo para ninguna de las pastas en el rango de sólidos totales estudiado, para temperaturas entre 30 y 50 °C, teniendo un efecto significativo a 60 °C solamente en el caso de las pastas WCHM, RSGC y YCIM.

En cuanto al efecto de la concentración de las pastas en el índice de comportamiento, el análisis fue indicativo de que existía un efecto significativo para el nivel de 15%, resultando este índice mayor que para las otras concentraciones estudiadas. Como excepción, en la pasta WCHM no se encontró un efecto significativo de la concentración en este parámetro.

Los resultados correspondientes al efecto de la concentración y la temperatura en el índice de comportamiento de las pastas estudiadas, fueron obtenidos promediando los valores estadísticamente similares y se muestran en la Tabla 8.

TABLA 8

Resultados obtenidos para el índice de comportamiento (n) en función de la temperatura y la concentración para las pastas de tomate estudiadas

Muestra	Concentración (g/100g)	Temperatura (°C)	Índice de Comportamiento (n) (adimensional)
RTCH	15,0	30,0 - 60,0	0,40
	20,0 - 30,5	30,0 - 60,0	0,30
RSGC	15,0	30,0 - 50,0	0,41
	15,0	60,0	0,44
	20,0 - 29,3	30,0 - 50,0	0,25
WCHM	20,0 - 29,3	60,0	0,31
	15,0 - 32,8	30,0 - 50,0	0,30
	15,0 - 32,8	60,0	0,39
YCIIN	15,0	30,0 - 50,0	0,33
	15,0	60,0	0,44
	20,0 - 27,6	30,0 - 50,0	0,23
AZMI	20,0 - 27,6	60,0	0,26
	15,0	30,0 - 60,0	0,40
	20,0 - 30,5	30,0 - 60,0	0,30
BHRL	15,0	30,0 - 60,0	0,31
	20,0 - 30,5	30,0 - 60,0	0,31

Los estudios anteriores presentados en la literatura encontraron que este índice no presentaba variaciones apreciables con la temperatura para una variedad de productos (12,16). Rao y Cooley (10) señalaron que el índice de comportamiento de concentrados de tomate no variaba significativamente con la temperatura en un rango de 15 a 55 °C, para pastas entre 6 y 36 % de sólidos totales, lo cual concuerda aceptablemente con lo encontrado en este trabajo, en donde se encontró un efecto significativo en algunas de las pastas sólo a niveles de 60 °C. Otros autores no encontraron tendencias definidas del efecto de la temperatura, concentración y método de concentración en el índice de comportamiento de concentrados de tomate (3,4,8).

Aunque los estudios previos realizados en concentrados de tomate no son indicativos de un efecto apreciable de la temperatura y la concentración en el índice de comportamiento de alimentos fluidos, sin embargo, en este trabajo se pudo constatar que si bien la temperatura no tiene un efecto apreciable en el rango de 30 a 50 °C, si lo tiene para algunas pastas a 60 °C y eventualmente también lo presentaría a temperaturas superiores a este nivel, las cuales son encontradas normalmente durante los procesos de calentamiento y esterilización de este producto. Ninguno de los estudios encontrados en la literatura trasciende este nivel, probablemente debido a las dificultades experimentales de los estudios reológicos, en los cuales las pastas tienden a concentrarse por la evaporación que resulta del calentamiento durante el experimento a temperaturas mayores, tal como se pudo constatar en este trabajo.

De igual forma se determinó, que si bien no existe un efecto apreciable de la concentración en el índice de comportamiento para valores iguales o superiores a 20 % de sólidos totales, sin embargo, si lo hay en la mayoría de los casos para niveles de 15 % y eventualmente para concentraciones menores. Este hecho resulta lógico, si se considera que el índice de comportamiento debería incrementarse a medida que la muestra se diluye, tendiendo a un fluido Newtoniano ( $n=1$ ) cuando la concentración de sólidos tienda a cero.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se estudió el comportamiento reológico de varias marcas comerciales de pastas de tomate doble concentrada, encontrándose en todos los casos un comportamiento pseudoplástico, regido por la ley de la potencia, lo que concuerda con lo encontrado en la mayoría de los trabajos revisados en la literatura sobre concentrados de tomate.

Se determinó el efecto de la temperatura (30 a 60 °C) y de la concentración (15, 20, 25 y 30 % de sólidos totales) en los índices de consistencia (K) y comportamiento (n) de las seis pastas estudiadas.

Tanto la temperatura como la concentración presentaron efectos estadísticamente significativos en el índice de consistencia. En general, el índice de consistencia disminuyó al aumentar la temperatura y se incrementó con aumentos en la concentración. El efecto combinado de la temperatura y de la concentración fue determinado para cada pasta mediante la ecuación (Ec. 4), la cual permite realizar estimaciones de este parámetro en función de dichas variables.

En este trabajo se pudo determinar que si bien la temperatura no tiene un efecto apreciable en el rango de 30 a 50 °C, si lo tiene para algunas pastas a 60 °C. En forma análoga, se constató que no existía un efecto significativo de la concentración en el índice de comportamiento para valores iguales o superiores a 20 % de sólidos totales, sin

embargo, si se apreció este efecto para niveles de 15 %.

### LISTA DE SIMBOLOS

#### Letras latinas:

- a Constante de las ecuaciones (Ec. 3) y (Ec. 4) (adimensional)  
 C Concentración (sólidos totales) (g/100 g o %)  
 $du/dr$  Tasa de corte (s<sup>-1</sup>)  
 Ea Energía de activación (kcal/gmol)  
 K Índice de Consistencia (N sn/m<sup>2</sup>)  
 K<sub>0</sub> Constante de la ecuación (Ec. 2) (N sn/m<sup>2</sup>)  
 K<sub>1</sub> Constante de la ecuación (Ec. 4) (N sn/m<sup>2</sup>)  
 n Índice de comportamiento (adimensional)  
 R Constante universal de los gases (kcal/gmol/ °K)  
 T Temperatura absoluta (°K)

#### Letras griegas:

- $\eta$  Viscosidad aparente (N s/m<sup>2</sup>)  
 $\eta_1$  Constante de la ecuación (Ec. 3) (N s/m<sup>2</sup>)  
 $\tau$  Esfuerzo cortante (N/m<sup>2</sup>)

### REFERENCIAS

- Simpson, S.G. and Williams, M.C. 1974. An analysis of high-temperature/short time sterilization during laminar flow. *J. Food Sci.* 39:1047.
- Guariguata, G.; Barreiro, J.A. and Guariguata, G. 1979. Analysis of continuous sterilization processes for Bingham plastic fluids in laminar flow. *J. Food Sci.* 44:905.
- Harper, J.C. and El-Sahrigi, A.F. 1965. Viscometric behavior of tomato concentrates. *J. Food Sci.* 30:470.
- Rao, M.A.; Bourne, M.C. and Cooley, H.J. 1981. Flow properties of tomato concentrates. *J. Texture Studies.* 12:521.
- Fito, P.J.; Clemente, G. and Sanz, F.J. 1983. Rheological behaviour of tomato concentrate (hot break and cold break). *J. Food Eng.* 2(1):51-62.
- Dervisoglu, M. and Kokini, J. 1986. Steady shear rheology and fluid mechanics of four semi-solid foods. *J. Food Sci.* 51(3):541.
- Shi-Ying Xu, Shoemaker, C.F. and Luh, B.S. 1986. Effect of break temperature on rheological properties and microstructure of tomato juicess and pastes. *J. Food Sci.* 51(2):399.
- Tanglertpaibul, T. and Rao, M.A. 1987. Rheological properties of tomato concentrates as affected by particle size and methods of concentration. *J. Food Sci.* 52(1):141.
- Tanglertpaibul, T. and Rao, M.A. 1987. Flow properties of tomato concentrates: Effect of serum viscosity and pulp content. *J. Food Sci.* 52(2):318.
- Rao, M.A. and Cooley, H.J. 1983. Applicability of flow models with yield for tomato concentrates. *J. Food Proc. Eng.* 6:159.
- Mizrahi, S. and Berk, Z. 1972. Flow behavior of concentrated orange juice: Mathematical treatment. *J. Text. Studies* 3:69.
- Saravacos, G.D. 1970. Effect of temperature on viscosity of fruits juices and purees. *J. Food Sci.* 35:122-125.
- Rao, M.A. and Anantheswaran, R.C. 1982. Rheology of fluids in food processing. *Food Technol.* 36(2):116.
- Rao, M.A.; Cooley, H.J. and Vitali, A.A. 1984. Flow properties of concentrated juices at low temperatures. *Food Technol.* 38(3):113.
- Vitali, A.A. and Rao, M.A. 1982. Flow behaviour of guava puree as a function of temperature and concentration. *J. Texture Studies.* 13:275.
- Vitali, A.A. and Rao, M.A. 1984. Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: effect of temperature and concentration. *J. Food Sci.* 49:882.
- Ibarz, A. and Sintés, J. 1989. Rheology of egg yolk. *J. Texture Studies.* 20:161-167.
- Ibarz, A.; Pagán, J.; Gutiérrez, J. and Vicente, M. 1989. Rheological properties of clarified pear juice concentrates. *Journal Food Engineering.* 10:57-63.
- Castaldo, D.; Palmieri, L.; Lo Voi, A. and Costabile, P. 1990. Flow properties of babaco (Carica pentagona) purees and concentrates. *J. Texture Studies.* 21:253-264.
- Ibarz, A.; González, C. Esplugas, S. and Vicente, M. 1992. Rheology of clarified fruit juices. I: peach juices. *Journal Food Engineering.* 15:49-61.
- Ibarz, A.; Pagán, J. and Miguelsanz, R. 1992. Rheology of clarified fruit juices. I: blackcurrant juices. *Journal Food Engineering.* 15:63-73.
- Herschel, W.H. and Bulkley, R. 1926. Measurement of consistency as applied to rubber-benzene solutions. *Proc. Am. Soc. Test. Mater.* 26 (II):621.
- Casson, N. 1959. A flow equation for pigment-oil suspensions of the printing ink type. In: «Rheology of Disperse System». C.C. mill (Ed.), p.82. Pergamon Press, New York.
- «Official Methods of Analysis». 15th ed. Association of Official Analytical Chemist. Arlington. Va. U.S.A.

Recibido: 13-07-1995

Aceptado: 12-03-1996

## Caracterización sensorial del budín de lupino utilizando la metodología superficie respuesta

Mario Villarroel<sup>1</sup>, Edith Biolley<sup>2</sup>, Horacio Miranda<sup>3</sup>, Emma Wittig<sup>4</sup>, Marcelo Catalán<sup>5</sup>

Universidad de La Frontera. Chile

**RESUMEN.** Harina entera de lupino dulce (*Lupinus albus* c.v. *Multolupa*) (39,6% de proteína, 13,0% en contenido graso), y carragenato fueron usados para incorporarlos a formulaciones comerciales de budín con el propósito específico de desarrollar un producto destinado a la población diabética que incluya una mezcla optimizada de estos ingredientes. Utilizando la metodología Superficie Respuesta, varias formulaciones experimentales de budín fueron preparadas y posteriormente evaluadas sensorialmente con el objeto de optimizar los ingredientes que pudieran afectar la calidad sensorial de las preparaciones de budín. Diferentes concentraciones de harina de lupino y carragenato fueron ensayadas manejando en cada variable tres niveles de incorporación, totalizando nueve combinaciones de muestras para ser luego analizadas sensorialmente por un panel de 11 jueces entrenados. Para evaluar la calidad sensorial se empleó el test de puntaje compuesto determinando los siguientes parámetros: Apariencia, aroma, sabor, color, textura. Se concluye que el rango adecuado de concentraciones de harina de lupino es 7% - 11%, y carragenato entre 0,4% y 0,5%, para ser incorporadas a la formulación de budín. Estos resultados fueron posteriormente confirmados con el test de aceptabilidad hedónico.

### INTRODUCCION

Las tendencias actuales en cuanto a hábitos de consumo han cambiado radicalmente como resultado de la mayor cantidad de información técnica que maneja el público y del interés cada vez más arraigado en la mente del consumidor en cuanto a la presencia de factores de riesgo en la dieta (grasas saturadas por sobre un 10% en la dieta, azúcares simples de fácil asimilación tales como glucosa, sacarosa, Sodio en exceso, etc.) que pueden comprometer su estado de salud y sus expectativas de vida (1-7). Como resultado de este cambio de conducta, centros de investigación tecnológica así como industrias han centrado sus esfuerzos en el desarrollo de productos destinados a satisfacer necesidades de segmentos específicos de la población.

En el caso concreto de la población afectada de diabetes, ésta debe controlar la concentración de glucosa sanguínea, para lo cual

**SUMMARY.** Sensory characterization of lupin pudding using surface response methodology. Full fat sweet lupin flour (*Lupinus albus* c.v. *Multolupa*) with 39.6% protein and 13.0% lipid content, and carrageenan were used to incorporate them to commercial pudding formula with the specific purpose to prepare an optimized pudding for diabetic people. Using response surface methodology, several experimental pudding trails were prepared and sensorially assessed to optimize the variables that may influence the overall sensory quality of pudding meals. Different concentrations of lupin flour and carrageenan were tested simultaneously at three levels each parameter, requiring nine combinations to be analyzed for a panel of eleven trained judges. Appearance, aroma, taste, color, texture were tested to determine total sensory quality using a composite scoring test. It was concluded that appropriate concentration of lupin flour range from 7% to 11%, and carrageenan from 0.4% to 0.5% to be added to the pudding formulation. This result was confirmed by hedonic test of acceptability.

tiene tres alternativas posibles: restringir el consumo de hidratos de carbono sobre todo los de tipo soluble; consumir edulcorantes artificiales tales como sacarina, aspartamo u otros, o bien inyectarse diariamente insulina.

Actualmente existe una gran cantidad de información científica de particular interés para los diabéticos, confirmando el hecho que la presencia de leguminosas en la dieta retarda la absorción de glucosa intestinal (8-12). Desde el punto de vista científico y tecnológico, el problema de la formulación de productos innovadores en el mercado consumidor que den solución a este tipo de problemas es un desafío que puede resolverse de una manera satisfactoria utilizando métodos estadísticos apoyados en forma eficiente por programas computacionales. En este sentido, la metodología Superficie Respuesta constituye una excelente herramienta alternativa para resolver diseños experimentales complejos en donde se modifican en forma simultánea varios ingredientes para optimizar el tipo de respuesta que se persigue en el producto bajo estudio. A través del empleo de esta metodología se derivan muchas ventajas para formular productos las que han sido reportadas extensamente en la literatura (13-19).

Tomando en cuenta estos antecedentes, se llevó a cabo este estudio para evaluar la factibilidad de desarrollar una formulación de budín para diabéticos que tenga una buena calidad y aceptabilidad sensorial, como etapa previa a su validación clínica, utilizando para este propósito harina entera de lupino como fuente de leguminosas y carragenato como aditivo espesante. Para determinar la concentración óptima de cada una de estas variables se utilizará un diseño experimental empleando para tal objeto la metodología Superficie Respuesta.

- 1 Profesor Titular Evaluación Sensorial. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 2 Profesor Asociado Nutrición Básica. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 3 Profesor Asociado Estadística. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 4 Profesor Titular Evaluación Sensorial. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 5 Ing. Ejec. Industrias. Mención Química. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

**MATERIAL Y METODOS**

**Preparación de budín de lupino:** Harina entera de lupino (H.E.L.) (*Lupinus albus c.v. Multolupa*), y carragenato a diferentes concentraciones fueron incorporados a las fórmulas experimentales de budín. Leche en polvo, aspartame y extracto de lúcumo (*Lúcumo valparadiseae*) fueron añadidos para realizar el sabor y atractivo visual de las preparaciones y mantenidos constantes en las formulaciones (Tabla 1). Todos los ingredientes con la excepción de aspartame fueron cernidos y mezclados. Luego se agregó agua en forma gradual de acuerdo a instrucciones comerciales. Se homogenizó la mezcla, luego se calentó durante un minuto, se enfrió alrededor de los 70 °C y en ese momento se agregó el aspartamo. Finalmente las preparaciones se almacenaron en recipientes de plástico en ambiente refrigerado.

TABLE 1  
Formulaciones experimentales de budín de lupino

Ingredientes	Rango de Concentración (g/ 100g)
Harina de lupino	7,0 - 13,0 g
Carragenato	0,1 - 0,5 g
Aspartame	0,3 g
Leche en polvo	8,0 g
Saborizante lúcumo	Cantidad adecuada
Agua	Suficiente para 100 g

**Diseño experimental Superficie Respuesta:** Para determinar la mejor combinación de harina de lupino y carragenato, se evaluaron tres niveles de concentración de cada variable independiente resultando nueve combinaciones de estos parámetros (Tabla 2). Los niveles correspondientes a las variables independientes utilizados en este estudio fueron: 7,0 %, 10,0 % y 13,0 % para harina de lupino y 0,1 %, 0,3 % y 0,5 % para carragenato.

En este estudio se aplicó un modelo polinomial de segundo orden. Este modelo matemático asume que la variable dependiente, esto es, la calidad sensorial total depende de las variables independientes y esta condición se describe en la siguiente ecuación de segundo orden ajustada:

$$Y=b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2$$

donde Y= Calidad Sensorial; X<sub>1</sub>=Harina de lupino; X<sub>2</sub>=Carragenato; b=coeficientes estimados de regresión.

TABLE 2  
Diseño experimental. Formulaciones de budin de lupino

Número	X1(*)	X2 (**)
1	-1	-1
2	-1	0
3	-1	+1
4	0	-1
5	0	0
6	0	+1
7	+1	-1
8	+1	-
9	+1	+1

(\*) X1 Harina de lupino -1= 7 %;0= 10 %; 1= 13 %  
(\*\*) X2 Carragenato -1=0,1 %;0=0,3 %; 1= 0,5 %

El paquete estadístico Statgraf 5,0 fue usado para estimar los coeficientes de regresión aplicando el análisis de regresión múltiple junto con el test de student para determinar su significancia, con el objeto de llegar a una ecuación que pudiera ser usada para predecir valores de la variable dependiente. Además se aplicó el análisis de variancia (valor F) para determinar la significancia del modelo matemático. Finalmente se calculó el coeficiente de determinación múltiple R<sup>2</sup>.

**Evaluación sensorial:** Un panel de 11 jueces entrenados que demostraron consistencia y reproductibilidad en sus juicios al p<0,05, analizaron las formulaciones experimentales de budín de lupino para determinar su Calidad Sensorial Total (CST) evaluando las siguientes características: apariencia, sabor, color, textura y aroma. Se empleó para este efecto el test de puntaje compuesto (20-21) utilizando una escala analítico descriptiva de cinco puntos (1 Muy buena; 2=Buena; 3=Regular; 4=Deficiente; 5=mala). La sumatoria de los puntajes ponderados de cada característica de acuerdo al grado de importancia en el producto determinados previamente en discusión abierta representa la CST.

$$CST = 0,23Apariencia + 0,17Aroma + 0,25Sabor + 0,20Textura + 0,14Color$$

El test hedónico fue usado para determinar el grado de aceptabilidad (20-21) empleando 19 evaluadores no entrenados y una escala de siete puntos donde 1= me desagrada extremadamente; 7 me agrada extremadamente. Los datos del test hedónico fueron sometidos a análisis de varianza y test de Duncan para determinar diferencias significativas entre muestras (21).

**Análisis químico:** La formulación de budín de lupino seleccionada por su calidad sensorial y una muestra de budín comercial fueron analizadas para determinar su composición proximal. Proteína, extracto etéreo, cenizas, humedad, fibra cruda y carbohidratos fueron analizados de acuerdo a procedimientos estándares de la AOAC (22). En la determinación de proteína se usó el factor de conversión 6,25. Calorías fueron calculadas aplicando los coeficientes de Atwater: 4.0 para proteína y carbohidratos y 9.0 para lípidos.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Superficie respuesta:** Los coeficientes estimados de regresión para la calidad sensorial así como la significancia estadística se muestran en la Tabla 3. en esta tabla se observa que los coeficientes de regresión b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub> b<sub>2</sub>, b<sub>11</sub> y b<sub>12</sub> son altamente significativos (p<0,01); esto significa que las variables independientes harina de lupino y carragenato influyen en la calidad sensorial de la formulación.

El resultado del análisis de varianza realizado a los coeficientes de regresión (Tabla 4) muestran que el modelo postulado para calidad sensorial es significativo a un nivel de confianza del 99 % (p=0,99). Esta característica organoléptica es a su vez explicada a través del coeficiente de determinación múltiple en un 86,6 %. finalmente la ecuación ajustada de regresión para la calidad sensorial (Y), resulta ser:

**TABLA 3**  
Análisis de regresión de la variable dependiente calidad sensorial de formulaciones de budín de lupino

Variable independiente	Coefficiente de regresión	Valor t	
Constante	b0	2,63	75,88*
X1	b1	0,40	9,49*
X2	b2	-0,93	-21,94*
X1X1	b11	0,25	3,39*
X2X2	b22	-0,08	1,15
X1X2	b12	-0,30	5,87*

X1= Harina de lupino; X2= Carragenato

\* Significativo al  $p < 0,01$

**TABLA 4**  
Análisis de varianza variable dependiente calidad sensorial de formulaciones de budín de lupino

Variable dependiente	Coefficiente de determinación	Coef. determ ajustado	Valor F
Calidad Sensorial	0,873	0,866	122,27*

\* Significativo al  $p < 0,01$

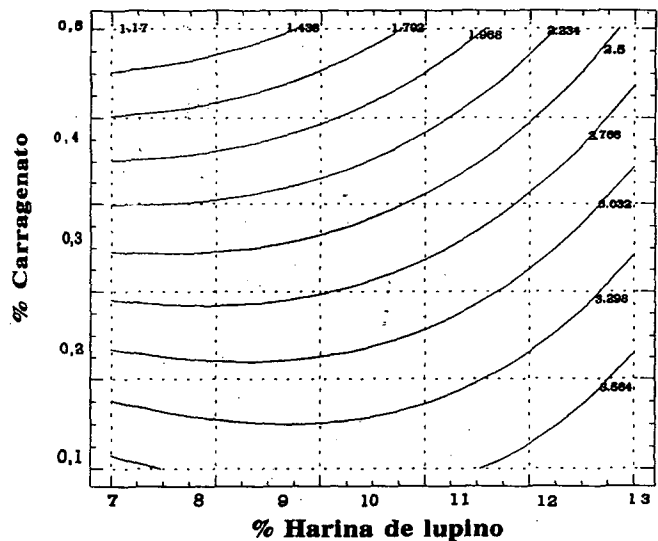
Del análisis del gráfico de contorno (Fig. 1), es posible seleccionar un sector donde se encuentran las mejores soluciones para la ecuación postulada de CST, que fluctúan entre 1 y 2 de acuerdo a la escala analítico descriptiva utilizada para su determinación. En este sector del gráfico se observa que el rango de incorporación de HEL recomendado varía entre 7% y 11% mientras que en el caso del carragenato el rango fluctúa entre 0,4 % a 0,5% respectivamente. En lo que respecta a este agente espesante es un aditivo cuya incorporación está sujeto a normas (23) que regulan su incorporación a los alimentos, por lo tanto no debe exceder ciertos límites máximos permitidos. En nuestro caso el rango seleccionado está dentro de las restricciones impuestas por la legislación.

Para complementar estos resultados experimentales se sometió la formulación optimizada de budín de lupino al test de aceptabilidad hedónico. Con este objeto, se prepararon tres formulaciones con diferentes porcentajes de incorporación de harina de lupino en las que se mantuvo constante el resto de los ingredientes. Los resultados que se muestran en la Tabla 5 indican que la preparación con 10 % de harina de lupino fue la mejor aceptada.

**Análisis químico:** Los resultados obtenidos en el análisis proximal de la formulación de budín de lupino finalmente seleccionada que se indican en la Tabla 6, muestran un aporte significativo en el contenido de proteínas (36,2%), extracto etéreo (13%) y cenizas (6,4%) al compararlo con una muestra de budín comercial. No ocurrió lo mismo con el contenido de carbohidratos que fue significativamente inferior (42,1%) con respecto al budín comercial (93,7%). con relación al contenido calórico no se detectó diferencias entre estos productos.

**FIGURA 1**

Influencia de las variables harina de lupino y carragenato en la calidad sensorial de budín de lupino



**TABLA 5**  
Aceptabilidad de formulaciones de budín de lupino usando el test hedónico (\*)

Budín de Lupino	Promedio $\pm$ D.S. (**)
8 %	3,9 $\pm$ 1,7(b) (***)
10 %	4,7 $\pm$ 0,7(a)
12 %	2,5 $\pm$ 0,8(c)

(\*) escala: 1=disgusta extremadamente; 7= gusta extremadamente;

(\*\*) N=19

(\*\*\*) datos en columna con diferente letra son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

**TABLA 6**  
Análisis proximal (g/100 g) de budín de lupino 10 % (B.L.) y budín comercial (B.C.) (a) (b)

Componentes	B.L.	B.C.
Proteína (c)	36,2	3,2
Extracto etéreo	13,0	2,5
Cenizas	6,4	0,6
Fibra cruda	2,3	-
Carbohidratos (d)	42,1	93,7
Calorías (Kcal/ 100g) (e)	430	410

(a) base seca; (b) promedio (N=3)

(c) Nx 6,25; (d) por diferencia

(e) Coeficientes de Atwater

### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio se concluye que es factible utilizar la metodología Superficie Respuesta aplicada en este caso al desarrollo de una formulación de budín de lupino destinado a la población diabética.

Aplicando este diseño se demostró que el rango adecuado de concentraciones de los ingredientes estudiados para obtener un producto de buena calidad y aceptabilidad sensorial, varía para la harina entera de lupino entre 7% y 11%. En el caso del carragenato este rango fluctúa entre 0,4% y 0,5%.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera por apoyar financieramente esta investigación.

### REFERENCIAS

- Kennedy P.J. Structured lipids. *Food Technol* 45(11): 76-83. 1991.
- Schweigert B.B. The food ingredients dilemma in the modern marketplace. *Food Technol* 38(1): 54-56. 1984.
- Reiser S. Metabolic aspects of non starch polysaccharides. *Food Technol* 38(1):107-113. 1984.
- Taki G. Functional ingredients blend produces low-fat meat product to meet consumers expectations. *Food Technol* 45(11): 70-74. 1991.
- Sloan E., Lynn C., Powers M., McNutt K. Changing consumer lifestyles. *Food Technol* 38(11): 99-103. 1984.
- Clydesdale F. Culture, Fitness and Health. *Food Technol* 38(11): 108-111. 1984.
- Mela D. Consumer perception, acceptance, and consumption of dietary fats. *International Food Ingredients*. NR.3: 35-40. 1993.
- Chew I., Savesky J., Dailey G. Application of glycemic index to mixed meals. *Am J Clin Nutr.* 47:53-56. 1987.
- Hoover J., Savesky J., Dailey G. The glycemic response to meals with six different fruits in Insulin dependent diabetic using a home blood-glucose monitoring system. *Am J Clin Nutr* 47:92-97. 1987.
- Thompson L.V. Antinutrients and blood glucose. *Food Technol.* 42(4): 123-132. 1988.
- Reaven G. Effects of dietary carbohydrates on the metabolism of patients with non insulin dependent diabetes mellitus. *Nutr Rev.* 44:65-93. 1986.
- Jenkins D.J.A., Wolever T.M., Taylor R.H., Barker H. & Fielden H.J. Exceptionally low blood glucose response to dried beans. Comparison with other carbohydrates foods. *Brit Med. J.* 2:578. 1980.
- Floros J.D. & Chimman M.S. Computer graphics- assisted optimization for products and process development. *Food Technol* 42:72-78. 1988.
- Henika R.G. Use of response-surface methodology in sensory evaluation. *Food Technol* 36, 92-106. 1982.
- Gacula M. & Singh J. Statistical methods in food and consumer research. New York/ London. Academic Press. 1984.
- Diezack J.D. Taking the gamble out of product development. *Food Technol.* 44(1): 110-117. 1990.
- Giovanni M. Response surface methodology and product optimization. *Food Technol.* 37:41-45. 1983.
- Norback J. Optimization and food formulation. *Food Technol.* 37:73-80. 1983.
- Porretta S. Modern approaches to Food Quality Control. *International Food Ingredients.* 5:52-57. 1994.
- Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B. Principles of Sensory Evaluation of Foods. New York/ London. Academic Press. 1965.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial. Una metodología para la tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Santiago, Chile. p.133-134. 1982.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington D.C. The Association. 1983.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de Salud. República de Chile. Decreto 60. Santiago, Chile. 1982.

Recibido: 03-01-1996

Aceptado: 12-06-1996

## Caracterización química, sensorial y clínica de mermelada de lupino

Mario Villarroel<sup>1</sup>, Edith Biolley<sup>2</sup>, Gladys Larenas<sup>3</sup>, Emma Wittig<sup>4</sup>, Verónica Díaz<sup>5</sup>, Yolanda Muñoz<sup>6</sup>

Universidad de La Frontera. Temuco, Chile

**RESUMEN.** Estudios previos han demostrado que las leguminosas se caracterizan por mostrar interesantes propiedades hipoglicemiantes, por lo que su presencia en la dieta puede ser muy útil para controlar los niveles de glucosa sanguínea en individuos diabéticos. Tomando en cuenta estos antecedentes se prepararon diferentes formulaciones de mermelada de ciruela incorporando 5, -7,5, -10 y 15 % de harina entera de lupino (HEL). Las muestras experimentales fueron sometidas a análisis químico, físico, sensorial y clínico. Resultados del análisis proximal revelaron un sostenido incremento en proteínas desde 0,6 a 5,2 % en las formulaciones de mermelada de ciruelas con lupino mientras mayor es la incorporación de esta leguminosa en la formulación base, con relación a la formulación control. El aporte en calorías se mantuvo relativamente constante en todas las preparaciones. La presencia de lupino no afectó el color característico rojo oscuro de la ciruela mientras que la concentración de sólidos solubles, pH y acidez permanecieron dentro de los límites regulados por la reglamentación chilena. Las muestras fueron analizadas sensorialmente usando la prueba de Ranking. El análisis estadístico de los datos mostró una preferencia significativa por la mermelada con 10 % de HEL ( $p < 0.05$ ). Para determinar el grado de aceptabilidad se empleó el test Hedónico facial comparando esta fórmula con una mermelada control con fructuosa como edulcorante. El análisis estadístico usando el test de student no encontró diferencias significativas entre ella ( $- < 0.05$ ). Para evaluar la actividad hipoglicemiantes de la harina entera de lupino se seleccionaron en forma voluntaria siete pacientes diabéticos adultos No Insulino Dependientes los que fueron sometidos a la prueba de tolerancia a la glucosa. Los resultados de la prueba demostraron que la presencia de lupino en la mermelada disminuyó la velocidad de absorción de glucosa intestinal, pues la concentración de glucosa postprandial fue significativamente inferior comparándola con la mermelada control de fructuosa. Este resultado es de gran importancia para los diabéticos pues se amplían las posibilidades de alimentación sobre todo de productos como las mermeladas que gozan de gran aceptación y cuyo consumo está limitado para estos individuos.

**SUMMARY.** Chemical, sensory and clinical characterization of lupin marmalades. Legumes are characterized as showing interesting hypoglycemic properties. Their presence in the diet is very useful in controlling the level of blood glucose in diabetic people. Taking in mind this property different formulations of prune marmalades were developed using 5, -7,5, 10 and 15 % of full fat sweet lupin flour (FFLF). These samples were submitted to chemical, physical, sensory and clinical analysis. The protein content increased from 0,6 to 5,2 % in direct proportion to lupin flour concentration. Energy content remained relatively constant in all formulations. The incorporation of FFLF did not affect the natural dark red prune color and pH, acidity and soluble solids values remained under the limits of Chilean food regulation laws. The samples were analyzed by a Rank preference test. Reported data showed a significant preference for the prune marmalade with 10 % HEL ( $p < 0,05$ ). A facial Hedonic test was used to compare the degree of acceptability between this formula and a control marmalade with fructose as edulcorant. Statistical analysis using the student test did not show significant difference ( $p < 0,05$ ) between them. The hypoglycemic effect of the lupin flour was tested in seven adult non insulin dependent diabetic patients using the glucose tolerance test. Postprandial blood glucose concentration data was lower in individuals after a test meal of lupin marmalade compared to fructose marmalade. This result would allow diabetic people to eat foods such as marmalades which are known to contain a large amount of carbohydrates.

### INTRODUCCION

En personas normales, la concentración de glucosa plasmática muestra un incremento sostenido después de la ingesta de azúcares solubles para retornar a niveles normales transcurridos un período de tres horas (1). Este comportamiento difiere en las personas diabéticas

en las cuales la glicemia se mantiene por sobre los límites normales ( $> 120$  mg/100 ml) a menos que a estos individuos se les administre algún tipo de fármacos hipoglicemiantes o se les someta a una dieta significativamente baja en hidratos de carbono. Datos suministrados por el Servicio Nacional de Salud de Chile (SNS) (2) señalan que actualmente un importante segmento de la población chilena mayor de 20 años (aproximadamente 6 %) presentan esta enfermedad. La condición crónica de esta patología obliga a los diabéticos a cuidar permanentemente su dieta seleccionando alimentos que no interfieran en su estado de salud y limitando en consecuencia sus posibilidades de una alimentación más variada.

Históricamente la diabetes ha sido controlada de varias maneras: 1) dosis controladas de insulina; b) restringiendo el consumo de carbohidratos o, c) usando en reemplazo de la sacarosa edulcorantes sintéticos no metabólicos del tipo sacarina, aspartame, entre otros, para mantener la concentración de glucosa plasmática dentro de los límites normales (1).

- 1 Profesor Titular Evaluación Sensorial. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 2 Profesor Asociado Nutrición Básica. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 3 Profesor Asociado. Endocrinóloga. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 4 Profesor Titular Evaluación Sensorial. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 5 Ing. Ejec. Industrias. Mención Química. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- 6 Nutricionista. Hospital Regional. Temuco, Chile.

Actualmente este enfoque ha sido complementado con la recomendación de seleccionar hidratos de carbono de acuerdo a su grado de solubilidad, poniendo el énfasis en el consumo de leguminosas, por ser fuente de hidratos de carbono complejos, de fibra dietaria y factores antinutricionales, los que interfieren en la absorción de glucosa. La actividad hipoglicémica de estos alimentos ha sido investigada ampliamente. Así, se ha demostrado que la ingestión de lentejas, porotos, arvejas, soya, etc., retardan la absorción de glucosa intestinal aproximadamente en un 300 % en comparación con el consumo de cereales (3-9).

Tomando en cuenta estos antecedentes, se llevó a cabo este estudio para evaluar la actividad hipoglicémica del lupino (*Lupinus albus cv. multolupa*) al incorporarlo a formulaciones de mermeladas con el propósito de posibilitar el consumo de este tipo de productos de amplia aceptabilidad entre los consumidores y de uso restringido en los diabéticos.

**MATERIALES Y METODOS**

**Preparación de mermeladas.** Para esta experiencia se utilizó harina entera de lupino (HEL) obtenida por molienda de semillas secas y descascaradas y pasada por un tamiz abertura de malla 0,5 mm.

Se formularon diferentes preparaciones experimentales de mermelada a partir de pulpa de ciruela (20 grados brix) a las cuales se incorporó HEL en los siguientes porcentajes: 5,-7,5, 10 y 15 %. Estas concentraciones reemplazaron a la fructuosa en la formulación control (Tabla 1). La cantidad de pulpa de ciruela se mantuvo constante en todas las preparaciones. Los productos terminados fueron almacenados a baja temperatura previo a los análisis.

**TABLA 1**

Formulaciones experimentales de mermelada de ciruela con diferentes porcentajes de incorporación de harina entera de lupino

Ingredientes	%				
	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5
Pulpa de ciruela	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5
Fructosa	46,5	41,5	39,0	36,5	31,5
HEL	0,0	5,0	7,5	10,0	15,0

**Análisis químico:** Humedad, proteína, cenizas, fibra y extracto etéreo fueron determinados en las muestras de acuerdo a los métodos estándares de la AOAC (10). Para calcular la cantidad de proteína se usó el factor de conversión N x 6.25. El pH de las formulaciones de mermeladas se midió usando un pHmetro Orion modelo A 420. El grado de acidez se determinó volumétricamente expresando el resultado como meq de H<sup>+</sup> por gramo de muestra.

**Análisis físico:** La concentración de sólidos solubles expresada en °Brix fue media usando el refractómetro Abbé modelo Leica Marck II. El color se determinó empleando el diccionario de color de Munsen (11).

**Evaluación sensorial:** Un grupo de individuos diabéticos adultos No Insulino Dependientes participaron en la evaluación sensorial de las muestras. En primer lugar las preparaciones de mermelada experimentales fueron sometidas a la prueba de Ranking (12, 13) con el objeto de seleccionar la muestra más preferida. Este producto posteriormente fue sometido a la prueba de aceptabilidad Hedónica

facial (13) comparándola con una formulación control a base de fructosa y usando para tal efecto una escala analítica descriptiva de cinco puntos donde 1= Me desagrada mucho; 5= Me gusta mucho. Los resultados obtenidos fueron luego analizados estadísticamente por el Test de student (14).

**Ensayos clínicos:** Siete individuos adultos diabéticos No Insulino Dependientes en ayunas desde la noche anterior a la experiencia fueron sometidos a la prueba de tolerancia a la glucosa (15). La cantidad de muestra fue controlada de manera de entregar a cada paciente una dosis equivalente a 20 g de hidratos de carbono. La concentración de glucosa postprandial fue medida inmediatamente después de la ingesta de las muestras de mermelada de ciruela de acuerdo al método GOD PAP (16). La concentración de glucosa plasmática fue cuantificada a los 0, 15, 30, 60, 120 y 180 minutos.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis proximal de las preparaciones de mermelada de ciruelas con diferentes porcentajes de incorporación de HEL. En ella se observa un incremento sostenido del contenido en proteína debido a la incorporación del lupino en la formulación, variando desde 0.6 % hasta un máximo de 5,2 %. La misma tendencia fue observada en cuanto al contenido de fibra cruda desde 0,2 % a 0,8 %. Al mismo tiempo se observó una disminución en el contenido de azúcares desde 67 % en la formulación control hasta 59 % en la muestra con 15 % de harina de lupino.

**TABLA 2**

Análisis proximal (a) mermeladas de ciruela con diferente concentración de harina entera de lupino (HEL)

Componentes	% Incorporación de HEL				
	0,0	5,0	7,5	10,0	15,0
Humedad	30,7	30,3	30,7	30,3	33,3
Proteína (b)	0,6	3,0	4,5	4,9	5,2
Extracto etéreo	0,1	0,7	0,8	0,9	1,0
Fibra cruda	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8
Cenizas	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6
Carbohidratos (c)	67,0	65,6	63,0	62,7	59,1
Calorías (MJ/100g)	1,14	1,18	1,16	1,17	1,12

(a) Promedio (N=3); (b) Nx6.25; (c) Por diferencia

En cuanto a otras características físicas y químicas (Tabla 3), la presencia de harina entera de lupino no afectó mayormente el color natural rojo oscuro de la pulpa de ciruela. La concentración de sólidos solubles así como el pH y acidez permanecieron relativamente constantes dentro de los límites permitidos por la reglamentación chilena (17).

La evaluación de las características sensoriales se muestra en la Tabla 4. En ella se incluye el resultado de la prueba de preferencia de Ranking usando un panel entrenado de 22 individuos. El resultado del análisis estadístico permitió seleccionar la mermelada de ciruela con 10 % de HEL como la más preferida alcanzando una sumatoria final de 43 puntos, siendo esta fórmula significativamente diferente de la mermelada con 15 % de HEL (p<0.05) que obtuvo una sumatoria de 68 puntos. A continuación esta formulación fue sometida a la prueba de aceptabilidad Hedónica facial a nivel de laborato-

rio usando un panel de 16 individuos Diabéticos No Insulino Dependientes, comparándola con una formulación control de mermelada de ciruela que incluyó fructuosa como edulcorante. Finalizada la prueba se obtuvieron los siguientes valores promedios:  $4,6 \pm 0,62$  y  $4,3 \pm 0,58$  respectivamente. Analizados estos datos con el test de student se concluyó que no existía una diferencia significativa entre ambas preparaciones al  $p < 0,05$ , lo que permite concluir que es factible incorporar HEL hasta un 10 % a la mermelada de ciruelas sin que se noten diferencias que afecten los atributos sensoriales de esta formulación.

TABLA 3

Caracterización física y química de mermeladas experimentales de lupino

Parámetro	Concentración % de HEL				
	0,0	5,0	7,5	10,0	15,0
pH	3,8	3,5	3,6	3,7	3,7
Acidez (a)	11,0	9,0	11,4	10,9	11,2
Sólidos solubles (b)	66,5	67,0	64,0	62,0	63,5
Color	5R2/8	5R2/6	10R2/6	5R2/8	5R3/6

(a)mEq H/ g; (b) °Brix

TABLA 4

Prueba de preferencia ranking para formulaciones de mermeladas de lupino (\*)

Tipo de mermelada	Suma total
5.0 % HEL	57 (a,b)
7.5 % HEL	53 (a,b)
10.0 % HEL	43(a)
15.0 % HEL	68(b)

Diferencia significativa mínima = 21.5 ( $p < 0,05$ )

(\*)N=22

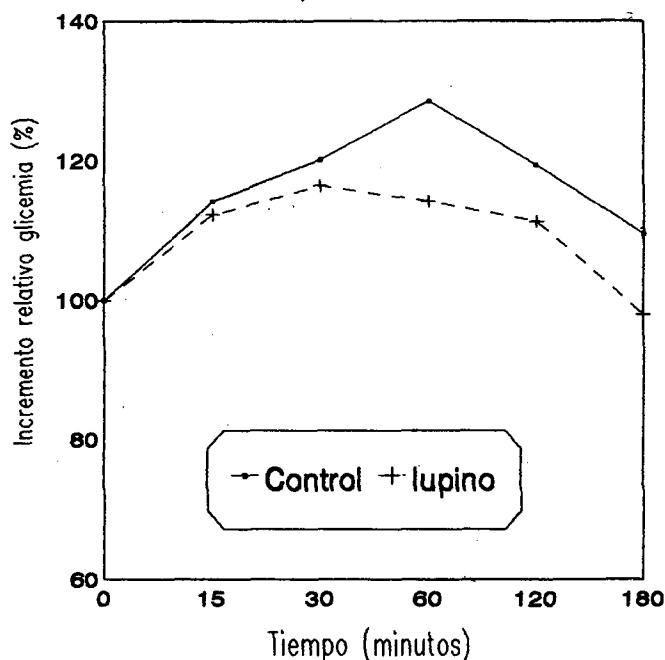
Cifras con igual letra en columna no son significativas  $p < 0,05$

En la Figura 1 se describe el comportamiento del incremento relativo de la concentración de glucosa plasmática después de la ingestión de la muestra de mermelada con 10 % de HEL así como de la formulación control con fructuosa. En esta figura se observa que la concentración de glucosa en esta muestra fue inferior a la encontrada en la formulación control, siendo significativa la diferencia a los 60 minutos de transcurridos la ingesta de las muestras ( $p < 0,05$ ). La acción retardante de la HEL sobre la absorción de glucosa observada en la validación clínica podría deberse en parte a la presencia de hidratos de carbono complejos, ratificando de esta forma investigaciones de Jenkins et al (18) y Wong et al (7), quienes encontraron importantes diferencias en la velocidad de absorción de hidratos de carbono tanto de leguminosas como de cereales. Al planteamiento anteriormente descrito también puede agregarse el rol protector de los azúcares de absorción lenta reportada por Chew et al (19), sobre la baja prevalencia de diabetes en poblaciones de Asia, Oceanía y Europa Meridional, detectada principalmente en comunidades que muestran predisposición genética a presentar hiperinsulinemias, observación compartida por Thorburn et al (20), y Thordottir et al (21), quienes destacan la baja prevalencia de

diabetes en poblaciones que incluyen en su dieta una importante proporción de hidratos de carbono complejos a partir de leguminosas u otros productos similares.

FIGURA 1

Variación relativa de glucosa postprandial de mermelada con 10% de harina de lupino y control en individuos diabéticos no insulino dependientes



Otro factor al que la literatura atribuye características que afectan la absorción de glucosa es el contenido y tipo de fibra (22), asignando especial importancia a la fibra soluble proveniente de pectinas, gomas y mucilagos la mayor influencia en el control de la glicemia post prandial (23), o a las propiedades físicas relacionadas con el tamaño de la partícula, viscosidad y capacidad para formar geles (24,25). Sin embargo el contenido en hidratos de carbono complejos y la fibra no parecen ser los únicos factores capaces de afectar la respuesta glicémica. También esta podría estar afectada en esta investigación por la presencia de factores antinutricionales, en especial el contenido y tipo de alfa galactósidos los cuales pueden causar efectos adversos en los procesos digestivos metabólicos y fisiológicos del hombre y los animales (26). En relación a la influencia que podrían ejercer estos componentes, es importante destacar que las leguminosas entre ellas el lupino, se caracterizan por presentar una alta concentración de factores antinutricionales a diferencia de lo que ocurre en cereales y raíces. Según Trugo et al (27), y Birk et al (28), el contenido de oligosacáridos de diferentes variedades de lupino fluctúa entre 8 y 12 %, identificándose a la estaquiosa como el trisacárido que participa en mayor proporción. Finalmente cabe destacar que los resultados reportados en este estudio han sido confirmados por nuestro grupo de trabajo en un estudio similar con formulaciones de budín para diabéticos incorporando a estas preparaciones diferentes porcentajes de HEL (29). Es necesario por lo tanto llevar a cabo posteriores estudios en este sentido para verificar de una manera más precisa cual o cuales factores antinutricionales presentes en el lupino actuarían retardando la absorción de azúcares

en el intestino. Finalmente la validación clínica observada en este estudio permitiría a la población diabética ampliar las alternativas de consumo de alimentos habitualmente restringidos para este sector de la población.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera de Temuco, quien financió esta investigación.

### REFERENCIAS

- Pumarino H. *Endocrinología y Metabolismo*. 2a Ed. Edit. Andrés Bello. Santiago, Chile, 1976.
- Servicio Nacional de Salud (S.N.S.). Encuesta sobre estado nutricional de la población chilena. Perfil encuestal. S.N.S. Santiago. Chile, 1990.
- Jenkins D.J.A., Jenkins M.D.A., Wolever T.M.S., Thompson L., Venkat A.R. Simple and complex carbohydrates. *Nutr Rev* 44(2): 44-49, 1986.
- Thorburn A.W., Brand J.C., Truswell S. Slowly digest and absorbed carbohydrates in traditional bush. A protective factor against diabetes. *Am J Clin Nutr* 45(1): 98-106, 1987.
- Thompson L.V. Antinutrients and blood glucose. *Food Technol* 42(4):123-132. 1988.
- Jenkins D.J.A., Wolever T.M.S., Taylor R.H. Glycemic index of foods; A physiological basis for carbohydrates exchange. *Am J Clin Nutr* 34:362-366. 1982.
- Wong S., Trainees K. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in legumes. *Am J Clin Nutr* 47:38-43, 1985.
- Wolfever T., Jenkins J.A. The use of glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr* 43:167-172, 1986.
- Hoover J., Savesky J., Dailey G. The glycemic response to meals with six different fruits in insulin dependent diabetics using a home- blood monitoring system. *Am J Clin Nutr* 45 (1):92-97, 1987.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13ed. Washington D.C. The Association. 1981.
- Munsen Book of color. Munsen Color Company. Inc. Baltimore, Maryland, 1966.
- Basker D. Critical values of differences among Rank sums for multiple comparison. *Food Technol* 42(2): 79-84, 1988.
- Amerine M.A., Pangborn R.M., Roessler E.B. *Principles of Sensory Evaluation*. Academic Press. New York. 1965.
- Pedreiros D., Pangborn R.M. *Evaluación Sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. Edit. Alhambra mejicana. México, 1989.
- Barnham D. and Trinder P. GOD PAP - Method. *Analyst* 97:142, 1972.
- Massod V.F. Colorimetric- enzymatic test of glucose determination. *Am J Med Technol* 43:243. 1976.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto N° 60. Ministerio de Salud. Santiago, República de Chile. 1982.
- Jenkins D.J.A., Wholever T.M., Taylor R.R., Barker H., Fieldem H. Exceptionally low glucose response to dried beans comparison with other carbohydrates foods. *Brit. Med. J.* 2:578. 1980.
- Chew Y., Brand J.C., Thorburn A.N., Truswell S. Application of glycemic index in mixed meals. *Am J Clin Nutr* 47: 53-56, 1988.
- Thorburn A.M., Brand J.C., Truswell A.S. Slow digested and absorbed carbohydrates in traditional bush foods. A protective factor again diabetes. *Am J Clin Nutr* 45:98-106, 1987.
- Thordottir J. Effects of different starches in composite meals on gastric emptying rate and glucose metabolism. Comparison between potatoes, rice and white beans in diabetic subjects. *Hum Clin.* 40:397-404, 1986.
- Pak N. Fibra dietética. Alimentos y nutrición en salud y enfermedad. Dpto. Nutrición. Fac. Medicina. Universidad de Chile. 63-69, 1992.
- Del Thoma E., Lintas C., Clementi A., Marcelli M. Soluble and insoluble dietary fibre in diabetic diets. *European J. Clin. Nutr.* 42:313-319, 1988.
- Hollebeck C., Coulston A.M., Reaven G.M. Glycemic effects of carbohydrates: a different perspective. *Diabetes Care.* 9:641-647, 1986.
- Osillesi O., Trout D., Glover E., Harper S., Koh E., Behall K., O'Douseo T., Tartt J. Use of xantan gum in dietary management of diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 42:597-603. 1985.
- Yavellow J., Collins M., Birk Y., Trool W., Kennedy A.K. Nanomolar concentration of Bowman-Birk soybean protease inhibitor suppress X ray induced transformation in vitro. *Proc. Natl. Acad Science. USA* 82:5395-5399. 1985.
- Trugo L., Almeyda D., Gross R. Oligosaccharides content in the seed of cultivated lupins. *J. Sci Food Agric.* 45:1988.
- Birk Y., Dovat M., Waldman I. Lupin production and bio-processing for feed, food and other by products. *Proceeding of the Joint CEC-NCDDR workshop*. Ginozar Kibbutz. Israel. 1989.
- Catalán M. Caracterización sensorial clínica de preparaciones de budines para diabéticos con harina de lupino. Tesis para optar el título de Ingeniero de Ejecución en Industrias. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Frontera. 1993.

Recibido: 26-01-1996

Aceptado: 17-06-1996

## Isolation and *in vitro* hydrolysis of lentil protein fractions by trypsin

Valdir A. Neves<sup>1</sup>, Euclides J. Lourenço<sup>2</sup> and Maraiza A. da Silva<sup>3</sup>

Departamento de Alimentos e Nutrição Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista  
UNESP - Araraquara, S. Paulo, Brasil

**SUMMARY.** The albumin and globulin fractions from lentil seeds were isolated and characterised by gel filtration. The latter was shown to be homogeneous and the former heterogeneous on PAGE. The amino acid analysis revealed high values of amidic amino acids for both fractions with great differences in the sulphur-containing amino acids. Native albumin, globulin and salt-soluble proteins were markedly resistant to trypsin hydrolysis compared to casein. The SDS-PAGE of native salt-soluble proteins indicated that the globulin fragments (20 to 30 kD) were slowly digested in the presence of albumin. The heating increased the hydrolysis of the proteins in the order: salt-soluble, albumin and globulin. The facilitated hydrolysis of the heated salt-soluble fraction seemed to be due to protein-protein interactions induced by heat.

**RESUMEN.** Aislamiento e hidrólisis «*in vitro*» de las fracciones proteínicas de lenteja por la tripsina. Las fracciones proteínicas albumina y globulina de lentejas fueron aisladas y caracterizadas por cromatografía en gel de filtración. Las globulinas mostraron ser homogéneas y las albúminas heterogéneas en electroforesis en gel de poliacrilamida. El análisis de aminoácido reveló alto contenido de amino ácidos amídicos para las dos fracciones con diferencias pronunciadas en los sulfurados. La albúmina, globulina y las proteínas solubles en la sal, en la forma nativa, se mostraron resistentes a hidrólisis con tripsina, cuando fueron comparadas con la caseína. La PAGE-SDS de las proteínas solubles en sal, en la forma nativa, indicaron que fragmentos de la globulina (20 a 30 kD) eran menos digeridas en presencia de albuminas. El calentamiento acarreó un aumento de la hidrólisis en las proteínas del orden: solubles en la sal, albumina y globulina. La hidrólisis facilitada de las proteínas solubles en la sal pareció suceder debido a las posibles interacciones proteína-proteína en el calentamiento.

### INTRODUCTION

Legume seeds are an important source of proteins for human consumption in developing countries. The qualitative and quantitative composition of the protein is one of the basic factors in the selection of plants for nutritive value, and since globulins are the major proteins in legumes there have been many studies about their characterization in many species (1). Different factors appear to contribute to the poor nutritive value of legume proteins such as the presence of antinutrients, amino acid composition and digestibility (2,3,4). Although there is considerable information about legume proteins in the literature, most of these studies have been concentrated on a limited number of species such as beans and soybean.

Lentil seeds are a valuable source of protein, their protein content being 19.5 to 35.5 %; the studies on lentil seeds are mostly related to overall composition, amino acid composition and nutritional quality of total protein, while little information appears to be available regarding to isolation, fractionation, electrophoretic analysis, subunit composition as well as enzymatic susceptibility of the lentil protein fractions. The observed low digestibility of the legume proteins results from different factors (2,4,5,6), whereas the enzymatic susceptibility of the protein fractions appears to be important, since protein associations, a common fact in legume protein systems, also affect proteolysis. A considerable variation has been reported for

lentil protein digestibility in the literature (3); however, contrary to other species, nothing is known about the role of lentil protein fractions.

The purpose of this investigation was to isolate and characterize by gel filtration and electrophoresis the lentil protein fractions albumin and globulin and to determine their *in vitro* hydrolysis by trypsin.

### MATERIAL AND METHODS

**Material:** Lentil seeds (*Lens culinaris* Medik) of a commercial Chilean type were soaked in distilled water at 4 °C for 6h. and dehulled manually, and the cotyledons were dried in an oven at 40 °C with forced air. The dried material was ground to a meal until it passed through a 100 mesh sieve and defatted in n-hexane at room temperature.

Bovine serum albumin, egg white albumin, soy trypsin inhibitor, carbonic anhydrase, cytochrome C, 2,4,6-trinitrobenzenesulphonic acid (TNBS), acrylamide, bis-acrylamide, bovine trypsin, 2-mercaptoethanol, and TEMED were purchased from Sigma Chemical Co. St. Louis, MO. All other chemicals were reagent grade.

### Methods

**1. Protein fractions:** The albumin and total globulin fractions were obtained by sequential extraction as described by Sathe and Salunkhe (7) with deionized water and NaCl. The meal solvent ratio was 1:10, the NaCl concentration 0.55 M, and centrifugation was carried out at 10000 rpm/40 min. After separation, the water-soluble albumin and salt-soluble globulin fractions were lyophilized. The salt-soluble proteins used in the hydrolysis experiments were extracted

1 Profesor Doutor.  
2 Profesor Titular  
3 Aluno de Pós-Graduação

with 0.05 M KPi buffer, pH 7.8, containing 0.5 M NaCl. Nitrogen content was determined by the microkjeldhal method (8). The 6.25 conversion factor was used for conversion of nitrogen to protein.

**2. In vitro hydrolysis:** Casein (Hammarsten), albumin, globulin and salt-soluble lentil proteins were solubilized in 0.05 M KPi buffer, pH 7.8 (1-2 mg). Aliquots containing 0.5-1.0 mg of the proteins were incubated individually in a small test tube and trypsin was added to give a 1:10 (w/w) enzyme protein ratio in a total volume of 0.7 ml. The tubes were sealed with parafilm and incubated at 37 °C for up to 60 min. At various incubation time tubes were removed from the bath, the reaction was stopped by adding distilled deionized water up to a volume of 7.0 ml and the tubes were stored in an ice bath. Protein solutions were also heated at 121 °C/15 min. and hydrolyzed as cited above for native proteins. The extent of hydrolysis was determined by the increase of free amino groups using TNBS according to Fields (9) as modified by Romero and Ryan (10). To aliquots of the diluted digests (unheated and heated) we added 0.5 ml of 0.1 M Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, pH 9.5 to make a final volume of 1.0 ml and 20 µl of a freshly prepared solution of TNBS (1:1 M in water) and the mixture was incubated for 30 min. at room temperature. The reaction was stopped by the addition of 2.0 ml of 0.1 M NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> containing 1.5 mM Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> and the absorbance measured at 420 nm against a buffer solution containing all the reagents. Appropriate blanks containing enzyme and substrate only were prepared simultaneously. The absorbances for the no-enzyme and enzyme-only control were subtracted from the values of the appropriate samples. The percent of peptide bond hydrolysis was the ratio of the number of new amino groups in the digestion mixtures to the number of peptide bonds in the proteins. This number of new amino groups was calculated using 22000 as the molar extinction coefficient for TNP-amino groups. The total number of peptide bonds was obtained by dividing grams of proteins in the digests by 113, the average MW of the amino acids. Means of triplicate determinations are reported. Samples were digested separately and submitted to SDS-PAGE using 12.5 % acrylamide according to Laemmli (11). In these cases the reaction was stopped by adding 0.7 ml sample buffer (0.025 TRIS-glycine, 1.0 % SDS, 20 % glycerol, 2.0 % 2-mercaptoethanol and 0.01 % bromophenol blue), immediately heating the tubes at 99 °C for 3 min and frozen until the gels were run.

**3. Trypsin inhibitor activity:** Benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide (BAPA) was used as a substrate for determination of the trypsin inhibitor activity according to Kakade et al (12).

**4. Extraction-determination of tannins:** The tannic substances were extracted-reextracted (2X) from an integral and decorticated meal using methanol/ 1 % HCl for 1 h in a bottle protected from light. After centrifugation (5000 rpm/ 30 min) the tannins in the supernatant were determined by the vanillin-HCl method as modified by Deshpande and Cheryan (13) using (-) catechin as a standard.

**5. Gel chromatography:** The salt-soluble extract and the isolated albumin and globulin fractions were solubilized in 50 mM KPi-buffer, pH 7.8 with 0.5 M NaCl and applied separately to a column packed with Sephadex G-200 resin (2.5 x 100 cm), equilibrated with the same buffer. Fractions of 3.5 ml were collected with a FRAC-100 fraction collector and the protein was monitored. Apparent MWs were estimated by the method of Whitaker (14) and the MW standards used were: ferritin (480 kD), lactate dehydrogenase (130 kD), egg

white albumin (43 kD), soy trypsin inhibitor (21.5 kD) and cytochrome C (12.4 kD).

**6. PAGE/SDS-PAGE:** Polyacrylamide gel electrophoresis of the proteins was performed on 7.5 % gel using the method of Davis (15). SDS-PAGE was carried out according to Laemmli (11); monomer concentration was 12.5 % bromophenol blue was used as a front marker and the protein visualized on gels by Coomassie Blue. The MW markers employed were: bovine serum albumin (67 kD), egg white albumin (43 kD), carbonic anhydrase (29 kD), soy trypsin inhibitor (21.5 kD) and cytochrome C (12.4 kD).

**7. Protein determination:** Protein was determined by the method of Lowry et al (16) using bovine serum albumin as a protein standard. Absorbance at 280nm was used to monitor protein in column eluates.

**8. Amino acid analysis:** Amino acid analysis was performed using an amino acid analyzer after hydrolysis of the samples at 110 °C for 24h in 6 N HCl. Half cystine residues were determined after performic acid oxidation, and tryptophan after alkaline hydrolysis.

## RESULTS AND DISCUSSION

The protein content of the lentil meal was 27.8%, a value similar to that large number of cultivated lentil genotypes grown in other countries (3). The fractionation procedure solubilized 75.7% of the meal nitrogen as a salt soluble compound, the globulin and albumin fractions corresponded to 42% and 11% of the meal nitrogen and the remaining 22.7% diffused out during the dialysis process. These values were higher than that reported for common Chilean type lentil and lower than that for Laird lentil (17). Variation in these fractions has been observed within and among legume species and appears to be influenced by the procedures adopted in each case. Table 1 shows the amino acid composition of albumin and the major globulin from lentils; both fractions had a high values of amidic amino acids, with albumin presenting a higher content of Lys, Thr, Gly, and Ala than globulin; however the greatest differences were observed in the sulphur amino acids. The higher values of Met in albumin were practically identical to data from another report (18). Sulphur amino acids were the limiting in globulin, and Trp was in albumin. The uniformity observed in various lentils species has been suggested by Bhatti (17) to be related to a relative homogeneity of the genus *Lens*. Nutritionally, albumin appears to be the best fraction, although more information is needed.

On gel chromatography in Sephadex G-200 (Figure 1) the lentil globulins were resolved into 2 fractions with  $V_e/V_o$  of 1.25 and 3.23 respectively. The major fraction (I) with a calculated MW of 340 kD was found to be fairly homogeneous by PAGE analysis, revealing only one band stained. The second peak containing 30X less protein than the former, calculated by the method of Lowry et al (16), corresponded to a MW of less than to 12.4 kD; the quantitative contribution of this fraction to total globulin seemed to be nonsignificant. The albumins showed the presence of 3 peaks based on absorbance at 280 nm. The first of them eluted with the void volume of the column and probably consists of aggregated protein material since it did not appear on Sepharose CL-4B chromatography (data not shown), and failed to enter the gel on PAGE. The others two, with a  $V_e/V_o$  of 1.75 and 2.47, corresponded to a calculated MW of 160 kD and 20 kD, respectively (Figure 2). The PAGE of these

fractions was not homogeneous, with a large number of electrophoretic components and appearing to indicate considerable overlapping between fractions.

TABLE 1  
Amino acid composition of lentil protein fractions  
(g/100 g of protein)

Amino Acid	Protein Fraction	
	Albumin	Major Globulin
Asp	11,77	13,78
Thr	5,50	2,36
Ser	4,88	5,67
Glu	18,30	21,26
Pro	3,90	3,68
Gly	5,17	3,08
Ala	6,45	3,20
1/2 Cys	1,26	nd
Val	5,39	4,98
Met	2,27	0,16
Ile	3,97	2,68
Leu	6,31	9,85
Tyr	4,40	3,41
Phe	4,15	7,19
His	3,10	2,17
Lys	9,63	7,69
Arg	8,73	10,29
Trp	1,12	0,35

nd= not detected

FIGURE 1

Gel filtration chromatography of total globulins from lentil on Sephadex G-200. Apparent MWs of the fractions I and II estimated by the method of Whitaker (14).

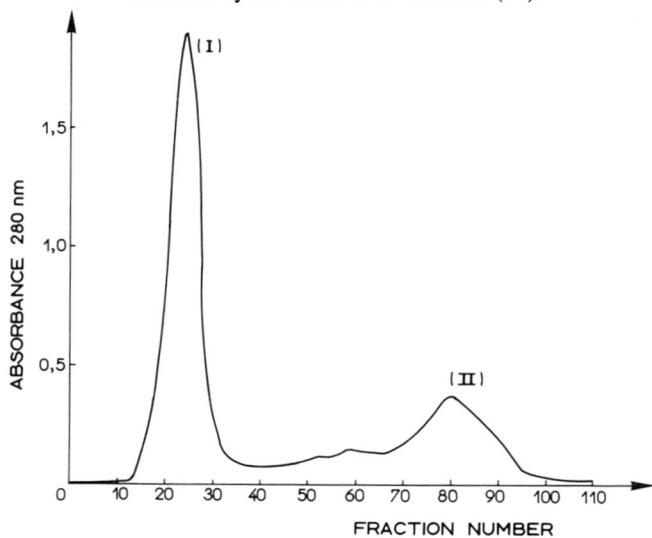
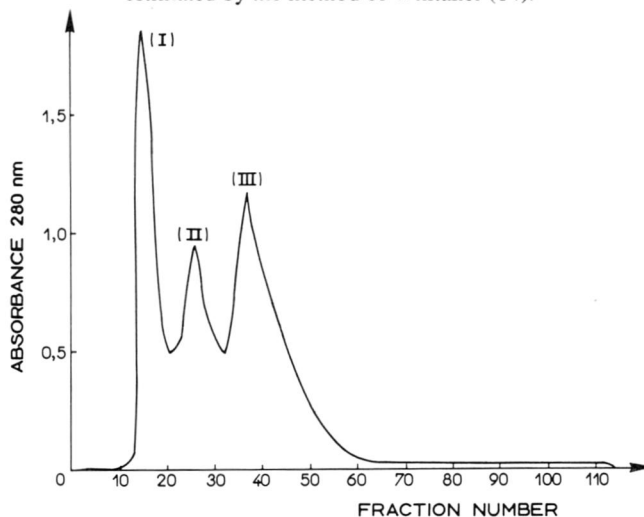


FIGURE 2

Gel filtration chromatography of albumin proteins from lentil on Sephadex G-200 Apparent MWs of the fractions I, II and III estimated by the method of Whitaker (14).



The observed homogeneity of the globulin fraction appears to be a characteristic of stored legume proteins SDS-PAGE of the total albumin and globulin produced 23 and 12 components, respectively (Figure 3A-1 and 3B-1).

FIGURE 3A

SDS-PAGE patterns of native albumins subjected to trypsin hydrolysis (1) protein bands of native albumin under dissociation conditions with 2- mercaptoethanol (control); (2 to 9) protein bands of native albumin after trypsin hydrolysis for: 15s, 30 s, 1, 5, 15, 30, 60 and 120 min. respectively

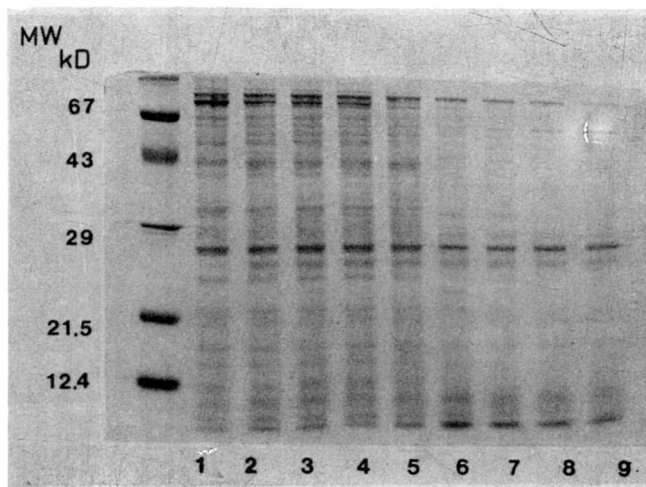


FIGURE 3B

SDS-PAGE patterns of native total globulin subjected to trypsin hydrolysis (1) protein bands of native globulin under dissociation conditions with 2-mercaptoethanol (control); (2 to 9) protein bands of native globulin after trypsin hydrolysis for 15 s, 30 s, 1, 5, 15, 30, 60, and 120 min respectively.

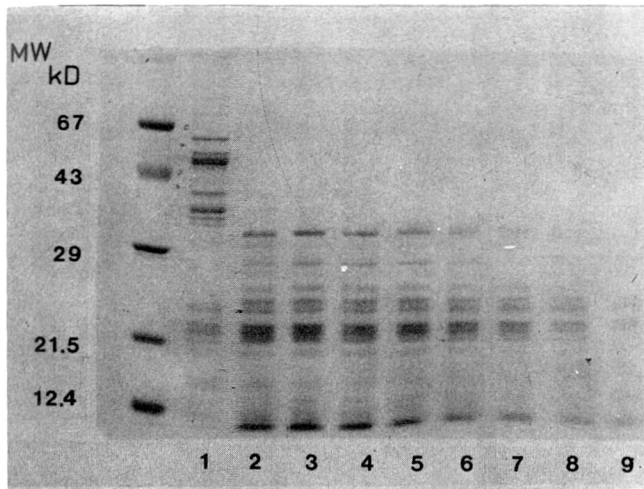


FIGURE 3C

SDS-PAGE patterns of native salt-soluble proteins subjected to trypsin hydrolysis (1) protein bands of native salt-soluble proteins under dissociation conditions with 2-mercaptoethanol (control), (2 to 9) protein bands of native salt-soluble proteins after trypsin hydrolysis during 15 s, 30 s, 1, 5, 15, 30, 60 and 120 min, respectively.

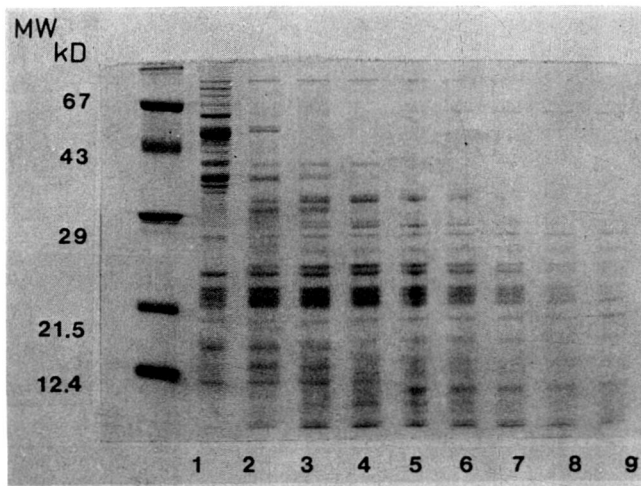


Table 2 shows the results of the in vitro hydrolysis of the lentil proteins by trypsin. All of the native fractions were more resistant than casein. The hydrolysis of a salt-soluble extract containing a mixture of native albumin and globulin fractions presented a value of 53 % in relation to casein (100 %). The isolated native fractions showed that albumin was markedly resistant compared to globulin, with 38 % and 63 % of casein hydrolysis, respectively. The effect of heat treatment (121 °C/15 min) of the isolated fractions on hydrolysis was more marked for albumin than for globulin, however, in each case the heating was not sufficient to supplant the casein. Hydrolysis of the heated salt-soluble extract was higher than observed for the separate fractions and similar to casein.

TABLE 2

Effect of heating on the trypsin hydrolysis of the lentil protein fractions

Protein	% Total peptide bond hydrolysis <sup>a</sup> unheated	% Total peptide bond hydrolysis <sup>b</sup> heated
Casein (control)	12,62 ± 0,14	12,53 ± 0,04
Albumin	4,80 ± 0,08	10,25 ± 0,18
Globulin	7,88 ± 0,06	9,61 ± 0,12
Salt-soluble extract	6,69 ± 0,04	12,26 ± 0,04

<sup>a</sup> Proteins were digested during 60 min

<sup>b</sup> Heated at 121 °C/15 min

SDS-PAGE of the proteins during hydrolysis showed that the higher MW fragments of albumin were progressively hydrolyzed after 60 min, while the lower MW ones persisted (Figure 3-A). The native globulin showed a fast decrease in the components near 60 kD and 40 kD during the hydrolysis and these events were followed by an increased intensity of the bands near 30 kD and between 20 and 30 kD but some of these fragments were still present after 60 min (Figure 3-B). The native salt-soluble proteins were digested more slowly than globulin, the breakdown products in the MW range of 20-30 kD were less hydrolyzed in the salt-extract even after 2hr. (Figure 3-C). The results appear to indicate that the presence of albumin in the salt-extract (3.5:10; globulin to albumin) showed globulin hydrolysis since other factors such as trypsin inhibitors were present at lower concentrations (Table 3) and the meal was decorticated and consequently tannin free (Table 4). This observation was confirmed by the results of tryptic hydrolysis of a native protein isolate with a low content of albumins (data not shown). The electrophoretic pattern of the heated proteins showed that some polypeptides failed to enter the gel, indicating that some sort of aggregation took place during heating. However, the salt-soluble proteins appeared to be completely hydrolyzed by trypsin after one hour, presenting only fragments with a faint color (data not shown). The better digestibility of the heated salt-soluble extract suggests that possible protein-protein and protein-other component interactions facilitated hydrolysis.

TABLE 3

Effect of heating (121 °C/15 min) on the trypsin inhibitor activity in lentil protein fractions

Fraction	Specific Inhibition (UIT/ mg protein) <sup>a</sup>	
	unheated	heated <sup>b</sup>
Salt-soluble extract	15,06	8,65
Globulin	30,50	0,0
Albumin	80,00	42,30

a UIT/mg protein - trypsin inhibitor units as defined by Kakade et al (13)

b Heated at 121, a °C/15 min

TABLE 4

Effect of heating (121 °C/15 min) on the tannin content of lentil meals

LENTIL MEAL Fraction	TANNIN CONCENTRATION (mg/ EC/100 g)	% tannin reduction
<b>INTEGRAL:</b>		
unheated	383,90 ± 2,10	—
heated	318,60 ± 0,80	17
<b>DECORTICATED:</b>		
unheated	36,20 ± 0,28	—
heated	0,0	100

EC catechin equivalents

Several reports in the literature have also demonstrated an increase in the hydrolysis of the globulin fraction from various leguminous after heating. However, the same has not always been observed for the albumin fraction. Deshpande and Nielsen (4) observed more susceptibility to trypsin hydrolysis for heated salt-soluble proteins compared to water-soluble proteins in 11 dry beans varieties with an E.S. ratio of 1:10. Sathe et al (19) reported that native albumin was more resistant than the globulin fractions of *Phaseolus vulgaris*, however, after heating both of them increased their susceptibility with a higher percent increase for albumin, as also observed for the lentil fractions studied here. Marques and Lajolo (20) observed higher tryptic hydrolysis for the native albumin compared to globulin in *Phaseolus vulgaris*, with heating decreasing the former and increasing the latter. The in vitro digestibility of the lentil proteins reported in the literature using different methodologies is in the range of 60 to 70 % (21), nevertheless little is known about the hydrolysis of the protein fractions and its contribution to the considerable range of values observed. The only results reported by Bhaty (3) are contrary to ours, in which the native lentil albumin was hydrolyzed faster than globulin in the presence of trypsin. However, this author used different conditions of E:S ratio, time reaction and peptide bond hydrolysis. These conflicting data in the literature may be related to the characteristics of each assay as suggested by Nielsen (6). Furthermore, dry bean proteins have been studied more extensively, while little is known about other leguminous species. In this respect the results presented here give additional insights into the study of in vitro hydrolysis of lentil protein fractions.

## ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the Centro Interdepartamental de Química de Proteínas, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- Universidade de São Paulo, for the amino acid analysis.

## REFERENCES

1. Derbyshe E., Wright DJ. and Boulter D. Legumin and vicilin storage proteins of legume seeds. *Phytochemistry* 15:2-24. 1976.
2. Ahn J.K., Sen L.C. and Whitaker J.R. Stability of tertiary structure of phaseolin of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as a limiting factor in proteolysis. *J. Food Biochem.* 15:263-278. 1991.
3. Bhaty R.S. In vitro hydrolysis of pea, faba bean and lentil meals and isolated protein fractions by pepsin and trypsin. *Can Inst. Food Sci. Technol. J.* 21:66-71. 1988 b.
4. Deshpande S.S. and Nielsen S.S. In vitro digestibility of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins: The role of heat-stable protease inhibitors. *J. Food Sci.* 52:1330-34. 1987.
5. Deshpande S.S. and Nielsen S.S. In vitro enzymatic hydrolysis of phaseolin the major storage protein of *Phaseolus vulgaris* L. *J. Food Sci.* 52:1326-329. 1987 a.
6. Nielsen S.S. Degradation of bean proteins by endogenous and exogenous proteases. A review. *Cereal Chem.* 65:435-42. 1988.
7. Sathe S.K. and Salunkhe D.K. Solubilization and electrophoretic characterization of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins. *J Food Sci.* 46:82-87. 1981.
8. AOAC- Official Methods of analysis (13th edn) Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 1980.
9. Fields R. The rapid determination of amino groups with TNBS. *Meth Enzymol* 25:464-68. 1972.
10. Romero J. and Ryan DS. Susceptibility of the major storage protein in the bean *Phaseolus vulgaris* L. to in vitro hydrolysis. *J Agric Food Chem* 26:784-88. 1978.
11. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage T-4 *Nature* 227:680-85. 1970.
12. Kakade M.L., Rackis J.J., McGhee J.E. Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products. A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.* 51:376-82. 1974.
13. Deshpande S.S. and Cheryan M. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *J. Food Sci* 50:905-910. 1985.
14. Whiakker J.R. Determination of molecular weights of proteins by gel filtration on Sephadex. *Anal Chem.* 35:1950-53. 1963.
15. Davis B.J. Disc electrophoresis II- Method and application to human serum proteins. *Ann N.Y. Acad Sic.* 121:404-27. 1964.
16. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol Chem* 193:265-75. 1951.
17. Bhaty R.S. Composition and quality of lentils (*Lens culinaris* Medik) A review. *Can. Inst Food Sci Technol J.* 21:144-60. 1988a.
18. Bhaty R.S. Albumin proteins of eight edible grain legume species: Electrophoretic patterns and amino acid composition. *J. Agric Food Chem* 30:620-22. 1982.
19. Sathe S.K., Yver V. and Salunkhe D.K. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins. Amino acid composition in vitro digestibility and application to cookies. *J. Food Sci.* 47:8-15. 1981.
20. Marquez U.L. and Lajolo F.M. Composition and quality of albumin, globulins and glutelin from *Phaseolus vulgaris* J. *Agric Food Chem* 29:1068-74. 1981.
21. Savage G.P. The composition and nutritive value of lentils (*Lens culinaris*). *Nutr. Abs. Rev. (Serie A)* 58:319-43. 1981.

Recibido: 03-11-1995

Acceptado: 20-06-1996

## Pigmentation of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) using Aztec marigold (*Tagetes erecta*) extracts as the carotenoid source

E.J. Vernon-Carter<sup>1</sup>, J.T. Ponce-Palafox<sup>2</sup>, R. Pedroza-Islas<sup>3</sup>.

**SUMMARY.** Pacific white shrimp were fed diets containing natural pigments from Aztec marigold (*Tagetes erecta*) petals extracts (esterified and saponified). The pigmentation effect of these carotenoids was compared with a carotenoid-free control diet and a synthetic astaxanthin (Roche Carophyll Pink) supplemented diet. It was found that after 14 days of feeding, the shrimp showed that the saponified marigold extract and the high concentration esterified marigold extract supplemented diets produced a better pigmentation effect (between 50-70 %) in the exoskeleton than the astaxanthin, the low concentration esterified marigold extract and the basal diets, the latter diets being non-significantly different among themselves. However, during the same 14 day period, non-significantly different results were observed in the carotenoid content of the shrimp abdominal muscle when fed with all diets except the low concentration esterified marigold extract diet that showed a significantly lower value than the saponified marigold extract diet. These results indicate that the main carotenoid sources in *Tagetes erecta*, namely lutein and zeaxanthin, are possibly metabolized into astaxanthin and deposited by the Pacific white shrimp.

**RESUMEN.** Pigmentación del camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*) utilizando extractos de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) como fuente de carotenoides. El camarón blanco del Pacífico fue alimentado con dietas que contenían pigmentos naturales de extractos de pétalo de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) esterificados y saponificados. El efecto pigmentante de los carotenoides fue comparado con una dieta control libre de carotenoides y una dieta de referencia con astaxantina sintética (Carofil rosa de Roche). Se encontró que después de 14 días de alimentación, los camarones mostraron que los extractos de cempasúchil saponificado y el esterificado de alta concentración produjeron un mejor efecto de pigmentación (50-70 %) que la astaxantina en el exoesqueleto. El extracto esterificado de baja concentración y la dieta basal no difieren significativamente entre ellos. Sin embargo, durante el mismo período de 14 días, no hubo diferencias significativas en el contenido de carotenoides del músculo abdominal del camarón, excepto con el extracto esterificado de baja concentración, que mostró un valor menor que el del extracto saponificado. Estos resultados indican que la fuente de carotenoides principal en *Tagetes erecta*, luteína y zeaxantina, son posiblemente metabolizados en astaxantina y depositados por el camarón.

### INTRODUCTION

One of the main quality parameters in some shrimp is their degree of coloration. The color in shrimp can be obtained from several pigmentation precursors in the diet, among which the carotenoids are the most important (1).

The main pigment that colors shrimp muscle is astaxanthin (3,3 dihydroxy- $\beta$ -carotene 4,4-dione), and when present in the diet it can be deposited directly in the tissue as an ester of astaxanthin (2).

There is evidence that some carotenoids, e.g.  $\beta$ -carotene and zeaxanthin, can be transformed into astaxanthin, by *P. japonicus*, through different metabolic pathways (2). The use of carotenoids from Aztec marigold (*Tagetes erecta*) petals extracts has been widely studied in the poultry industry (3), but very little is known of their pigmentation effect on fish and crustaceans. Other flowers extracts, e.g., *Adonis aestivalis* extracts, at a level of 10 mg total pigment/100g diet produced a noticeable pink coloration in trout (*Onchorhynchus mykiss*) skin after a 3 month feeding period (4).

Thus the main purpose of this work was to determine if the esterified and saponified carotenoids obtained from *Tagetes erecta* are bioavailable and deposited in the tissues of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*).

### MATERIAL AND METHODS

**Test diets:** A basal diet (BD) was formulated in accordance with the nutritional requirements of shrimp of 6 to 8 cm in length (5,6). To this diet the esterified and saponified pigments of Aztec marigold petals were incorporated at the following total carotenoids (TC) concentrations: diet EYL1, 278.45 g/kg of esterified xanthophylls; diet EYL2, 348 g/kg of esterified xanthophylls; diet SYL, 259.59 g/kg of saponified xanthophylls and diet RD, 200 g/kg astaxanthin. The concentration of astaxanthin used in this study falls within the range studied by Yamada et al. (7) with *P. japonicus*. The pigmentation extracts were supplied by Laboratorios Bioquímex S.A. C.V., and their carotenoid composition was determined following the method developed by Gregory et al (8) and reported in Table 1.

TABLE 1  
Carotenoid composition and content (g/kg) of the marigold petal oleoresin extracts, from which the microcapsules or colloid protected mesquite gum pigments were formulated.

Pigment	Esterified marigold extract (g/kg)	Saponified marigold extract (g/kg)
$\beta$ -carotene	0.70	0.41
cryptoxanthin	0.59	0.40
cis-lutein	1.38	0.72
trans-lutein	55.31	19.12
trans-zeaxanthin	1.85	1.24
epoxy-lutein	17.17	2.91
Total carotenoid content	77.0	24.8

1 Profesor- researcher Chemical Engineering Area. C.P. 09340 Mexico, D.F. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

2 Researcher of the Biological Investigations Centre. P.O. Box 724 Cuernavaca, Mor. Universidad Autónoma del Estado de Morelos

3 Professor- researcher Food Science and Nutrition Dept. 01210 Mexico, D.F. Universidad Iberoamericana

These extracts were then mixed with soybean oil and/or mesquite (*Prosopis juliflora*) gum in order to obtain stable, non-degrading microcapsules or colloid protect pigment formulations.

The formulated pigments were then spray-dried (mini-Buchii 190 spray drier). The dried ingredients indicated in Table 2 for each diet were mixed in a Hobart mixer for 10 min, after which the wet ingredients which include water and soybean lecithin were added with a further 10 min mixing.

The mixtures were extruded through a 2 mm die in a meat grinder. The extrudates were cut into 0.2 to 0.6 cm long pellets, slightly dried at 60 °C for 12 h, sealed in plastic bags and stored at -10.0±1.0 °C until used.

The total carotenoid concentration (TC) and composition of the diets was determined after manufacture and during the two fortnights of the experiment. The data reported in Table 2 correspond to the diets fed to the shrimps during the 28 day trial.

TABLE 2  
Composition (% w/w) of the experimental diets for shrimp pigmentation

Ingredient	DIET				
	BD	EYL1	EYL2	SYL	RD
Fish meal	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Soybean meal dehulled	20.00	19.25	19.06	18.35	19.75
Yeast ( <i>S. cerevise</i> )	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Corn gluten	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Wheat starch	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Fish oil	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Soybean lecithin	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
Monosodium phosphate	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sodium bicarbonate	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Bassfind (binder)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Vitamin mixture <sup>a</sup>	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Pigmenting source <sup>b</sup>	0.00	0.75	0.94	1.65	0.25
Ethoxiquin (antioxidant)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total carotenoid (g/kg)	<1	278.45	348.03	259.59	200.0
<b>Nutrient</b>					
Crude protein (%)	40.84	39.71	39.47	40.70	42.65
Crude fat (%)	6.83	6.19	6.79	5.52	7.02
Ash (%)	8.25	8.13	7.35	8.24	8.50
Gross energy (kJ/kg)	16.30	16.41	16.30	16.20	16.40

<sup>a</sup>Provide in mg per 100 g mixture: thiamine-HCl 150, pyridoxine-HCl 150, riboflavin 500, nicotinic acid 2000, Ca-pantothenate 750, inositol 10000, biotin 15, folic acid 37.5, amino benzoic acid 25000,  $\alpha$ -tocopherol 1000, vitamin D<sub>3</sub> 0.15, cyanocobalamin 1, vitamin A 500000 I.U./g. <sup>b</sup>Provide in accordance to pigment source concentration and composition for achieving the desired concentration in diet. Where BD=Basal diet; EYL1= Low concentration esterified marigold extract; EYL2= High concentration esterified marigold extract; SYL=Saponified marigold extract diet; RD=Reference diet.

**Feeding trials:** The shrimp used in this assay were of the species *Penaeus vannamei*, commonly known as the Pacific white shrimp. Three hundred organisms with a length of 6-8 and weighing 5.6-6.1

g each were allotted randomly to 15 flow-through aquaria (40 cm wide, 50 cm long and 30 cm deep), and fed in triplicate groups. Filtered sea water with a salinity of 33 ppt and a mean average temperature of 28.0 ± 1.5 °C was circulated through the aquaria at a rate of 1 l/min. The aquaria were cleaned after the first week.

The shrimp were fed twice daily at a rate of 8% of biomass during 28 days. The amount of feed consumed, the number of moults and the dead shrimp were determined on a daily basis, but are reported as the value observed over the 28 day trial. At the beginning of the experimentation the shrimp in each aquaria were individually weighed. At day 14 and 28 eight shrimp were sampled each time at random from each aquarium, and sacrificed. The viscera (proventriculus, hepatopancreas and intestine) were removed from the shrimp, whilst the exoskeleton and abdominal muscle were immediately stored in liquid nitrogen, and subsequently analysed for total carotenoid content.

The exoskeleton and abdominal muscle of the eight sacrificed shrimp were pooled as one sample, respectively, and the extraction and determination of the carotenoid content was done using the technique reported in the A.O.A.C. (9).

Finally, in order to ascertain if the inclusion of the pigments in the basal diet (BD) had an effect on the shrimp, the specific growth rate (SGR), the food conversion rate (FCR) and the food intake (FI), were determined for the overall experimental period, using the procedures outlined by Olvera et al (10).

The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using Duncan's multiple range test to determine whether differences among means were statistically significant at the 5% level (11,12).

## RESULTS AND DISCUSSION

The total carotenoid concentration analysis in the muscle and the exoskeleton (Table 3) shows: Firstly, that at any time period the content of pigments was approximately 10 times higher in the exoskeleton than in the abdominal muscle. Secondly, that the total carotenoid content unexpectedly showed only slightly higher values in the exoskeleton with the reference diet (RD), the low concentration esterified marigold extract diet (EYL1) and the basal diet (BD), and in the abdominal muscle with diet EYL1 at a day 28 with regard to day 14. The rest of the diets showed a remarkable decrease in pigmentation in the exoskeleton and abdominal muscle between days 14 and 28. Yamada et al (7) have reported similar results in the pigmentation of *P. japonicus* fed with 200 and 400 g/kg of astaxanthin esters during 8 weeks, possibly due to tissue saturation at these concentrations, followed by a depletion of the pigments from the tissues at both concentrations. Also, as the diets were analysed for TC concentration during the experimental trial, and no diminution in pigment concentration was found, the explanation by Yamada et al (7) seems plausible. These results, point out the feeding trials should not exceed 14 days as no perceptible gain in pigmentation is obtained by extending the feeding trial to 28 days. The effect of tissue saturation has been noted in other species as well. Choubert and Storebakken (13) reported that rainbow trout fed various dietary carotenoid concentrations showed a decreasing rate of accumulation of pigments, which became more pronounced, with longer feeding time and increasing carotenoid concentrations.

**TABLE 3**  
Carotenoid concentration (g/kg) in the shrimp fed the experimental diets

DIET	BD	EYL1	EYL2	SYL	RD
Dietary carotenoids	<1	278.4	348.0	259.5	200.0
<b>ABDOMINAL MUSCLE</b>					
0 day	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
14 days	9.0 <sup>bc</sup>	7.9 <sup>c</sup>	9.1 <sup>b,c</sup>	11.0 <sup>a,b</sup>	9.1 <sup>b,c</sup>
28 days	8.0 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>
<b>EXOSKELETON</b>					
0 day	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
14 days	70.7 <sup>b</sup>	75.0 <sup>b</sup>	113.0 <sup>a</sup>	120.0 <sup>a</sup>	80.0 <sup>b</sup>
28 days	70.8 <sup>b</sup>	76.0 <sup>b</sup>	92.0 <sup>a</sup>	87.0 <sup>a</sup>	89.0 <sup>a</sup>

a,b,c,d Figures in a common row with varying superscripts are significantly different (p<0.05); BD= Basal diet; EYL1= Low concentration esterified marigold extract; EYL2= High concentration esterified marigold extract; SYL= Saponified marigold extract diet; RD= Reference diet.

**Abdomen pigmentation.** Table 3 shows the deposit of pigments in the abdominal muscle of the shrimp for the different treatments at days 14 and 28. At day 14, the data show that the higher pigment assimilation value is from the saponified marigold extract (SYL) diet, followed by the high concentration (328.03 g/kg) esterified marigold extract (EYL2) diet, the 200 g/kg astaxanthin (RD) diet and the basal diet (BD). Although, between these four diets there exists a non-significant different pigmentation effect, there exists a significant different pigmentation effect between the SYL diet and the low concentration (278.45 g/kg) marigold extract (EYL 1).

These results suggest that the saponified marigold extracts are more readily assimilated by the shrimp than the esterified marigold extracts.

As mentioned earlier, at day 28 the pigment concentration in the abdominal muscle dropped from the values exhibited at day 14. Furthermore, there exist no significant difference (p<0.05) in the level of pigmentation among all the treatments. These results indicate that the inclusion of esterified or saponified xanthophylls or of synthetic astaxanthin in the basal diet does not improve the pigmentation of the abdominal muscle of this particular species of shrimp. It also confirms the importance of determining the length of time and the pigment concentrations used in feeding trials.

**Exoskeleton pigmentation.** As shown in Table 3, the best treatments at day 14 are the saponified marigold extract (SYL) diet and the high concentration esterified marigold extract (EYL2) which are not significantly different (p<0.05) between them but are significantly different from diets EYL 1, RD and BD.

As the feeding trial continues to day 28, the total carotenoid concentration in the exoskeleton diminishes for diets SYL and EYL2, while it increases for diets RD, EYL 1 and BD. Now the RD diet does not show a significant difference with regard to diets SYL and EYL2. Although, caution must be exercised with these results as the total carotenoid content of the SYL diet is around 30 % higher than the RD diet.

However, it is confirmed that the saponified marigold extracts are better utilized by the shrimp than the esterified marigold pigments,

and that the pigment concentrations and feeding trials periods are of the utmost importance for obtaining a satisfactory pigmentation level.

Finally, the addition of saponified and esterified marigold extracts to the basal diet of the Pacific white shrimp promotes its exoskeleton pigmentation.

**Shrimp growth indicators.** The growth results are shown in Table 4. All the parameters evaluated were significantly influenced by the experimental diets. Notwithstanding, the data is very difficult to interpret as it tends to indicate contradictory results. For example, we have mentioned that diets SYL and EYL2 gave the best pigmentation effects in exoskeleton of shrimp after the 28 day trial, both being significantly different from the BD diet. However, in Table 4 it can be observed that EYL 2 diet had a survival rate and a weight gain higher than that of the BD and the SYL diets. Meanwhile the SYL diet showed a lower survival rate and a lower food intake than the BD diet, having a significantly lower FCR than both the EYL2 and BD diets.

Surprisingly the RD diet showed very poor figures of weight gain, food intake and food conversion rate, although it reported a high survival rate.

Whatever the results of the growth indicators, none of the parameters has a significant influence on the degree of pigmentation of the shrimp.

**TABLE 4**  
Influence of the 28 days feeding trials on different shrimp growth indicators

Diet	BD	EYL1	EYL2	SYL	RD
Initial body weight (g)	5.9	5.8	6.0	5.7	5.8
Final body weight (g)	7.8	8.0	8.0	8.3	7.4
Survival (%)	90.0 <sup>a</sup>	73.3 <sup>d</sup>	100.0 <sup>a</sup>	83.3 <sup>c</sup>	90.0 <sup>b</sup>
Weight gain (mg/day)	67.9 <sup>d</sup>	78.5 <sup>b,c</sup>	71.8 <sup>c,d</sup>	92.92 <sup>a</sup>	57.1 <sup>e</sup>
Specific growth rate (% /day)	4.3 <sup>c</sup>	4.9 <sup>b</sup>	4.5 <sup>c</sup>	5.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>d</sup>
Food intake (% /day)	0.18 <sup>b</sup>	0.13 <sup>d</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.15 <sup>c</sup>	0.15 <sup>c</sup>
Food conversion rate	2.6 <sup>a</sup>	1.6 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	1.5 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>

a,b,c,d Figures in a common row with varying superscripts are significantly different (p<0.05). BD=Basal diet; EYL1= Low concentration esterified marigold extract; EYL2= High concentration esterified marigold extract; SYL=Saponified marigold extract diet; RD=Reference diet.

### CONCLUSIONS

The diets containing saponified marigold extracts and a high concentration of esterified marigold extracts have a good pigmenting effect on Pacific white shrimp exoskeleton, being superior to that of synthetic astaxanthin after 28 days.

However, it may be considered that the pigmenting effect of the saponified marigold extracts is more effective than that of the esterified pigments, as these were added to the diets in higher concentrations. Both, the pigment concentration and the feeding trial duration play an important role in the final level of pigmentation

found in shrimp tissues.

The results indicate that this particular species of shrimp (*P. vannamei*) seems not to have the capacity of enhancing its abdominal muscle pigmentation by the addition of pigmentation sources to the diet. On the other hand, this species can increase its exoskeleton pigmentation by incorporating pigments in its diet, which undoubtedly constitutes an interesting fact.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to acknowledge the financial support of the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) through project 1609-A-9208, which made this study possible. Also they would like to extend their most sincere appreciation to Laboratorios Bioquímex for furnishing the pigmentation sources; to Miss Hortensia Villavicencio and Mr. Samuel Macías for their advice during the realization of the project; and to Dr. Lindsay G. Ross, Institute of Aquaculture, University of Sterling for having reviewed this manuscript.

#### REFERENCES

1. Latcha T. 1990. Carotenoid pigments in crustaceans. La Roche Ltd; Dept. of Animal Nutrition and Health. Basel, Switzerland. 1990.
2. Tanaka Y., H. Matsuguchi, T. Katayama, K.L. Simon & C.O. Chichester. The biosynthesis of astaxanthin XVI. The carotenoids in crustacea. *Comp. Biochem. Physiol.* 54B: 391-393. 1976.
3. Food and Drug Administration (FDA). Guidelines for evaluation of effectiveness of new animal drugs for use in poultry feeds for pigmentation. Bureau of Veterinary Medicine. 1982.
4. Kamata T., g. Neamtu, Y. Tanaka, M. Sameshina & K.L. Simpson. Utilization of *Adonis aestivalis* as a dietary pigment source for rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish* 56(5): 783-788. 1990.
5. Foster J.R. & T.W. Beard. Growth experiments with the prawn *Palaemon serratus* fed with fresh and compounded foods. *Fish Invest. Ser.* 1127(7): 145-149. 1973.
6. Kanazawa A., S. Teshima & s. Tokiwa. Nutritional requirements of prawn. VII Effect of dietary lipids on growth. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 43(7): 849-856. 1977.
7. Yamada S., Y. Tamaka, M. Sameshima & Y. Ito. Effect of dietary astaxanthin,  $\beta$ -carotene and canthaxanthin on pigmentation of the prawn. *Aquaculture* 87: 323-330. 1990.
8. Gregory G.K., T. Chen & T. Philip. Quantitative analysis of lutein esters in marigold flowers (*Tagetes erecta*) by high performance liquid chromatography. *J. Food Sci.* 51(4): 1093. 1986.
9. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 15th edition. Washington, D.C. pp 1108. 1990.
10. Olvera M.A.N., C.A.P. Martínez, C. Reyna Galván & C.S. Chávez. The use of the seed of the leguminous plant *Sesbania glandiflora* as a partial replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture* 71:51-60. 1988.
11. Duncan D.B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-42. 1955.
12. Amerine M.A., R.M. Pangborn & E.B. Roessler. Principles of Sensory Evaluation of Food. Food Science and Technology Monographs. Academic Press, New York. 1965.
13. Choubert G. & T. Storebakken. Dose response to astaxanthin and canthaxanthin pigmentation of rainbow trout fed various dietary carotenoid concentrations. *Aquaculture* 81(1): 69-77. 1989.

Recibido: 20-01-1995

Aceptado: 25-06-1996

## Reevaluación del contenido de hierro en algunos alimentos mexicanos

Josefina Morales de León<sup>1</sup>, Héctor Bourges<sup>2</sup>, Rocío Rullán<sup>3</sup>, Mary Carmen Castillo, Carmen Graciela Uribe

Instituto Nacional de la Nutrición «Salvador Zubirán» (INNSZ). México, D.F.

**RESUMEN.** La presente investigación tuvo como objetivo reanalizar el contenido de hierro en 74 alimentos o productos seleccionados por tener un contenido de hierro mayor a 3 mg/100g o por su elevado consumo o inclusión frecuente en la adieta media de la población mexicana. Los alimentos y productos se compraron en el centro de abastos más importante de la ciudad de México y se transportaron a temperatura ambiente a los laboratorios del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. Para la cuantificación de hierro se aplicó la técnica colorimétrica del  $\alpha\alpha^1$  dipiridilo. Se presentan los valores, de los cuales el 61% (45/74) tienen un contenido de hierro menor al 90% y un 26% (19/74) tienen valores mayores al 110% de los valores consignados en la actual base de datos de composición de alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.

**SUMMARY.** *Reevaluation of the iron content in some Mexican foods.* The objective of the study was to reanalyze the iron content in 74 foods or food products selected on the bases of an iron content above 3 mg-100g or because of their frequent and significant inclusion in the average Mexican diet. The items were purchased in the largest food supply center in Mexico City and analyzed in the laboratories of the National Institute of Nutrition using the 2,2<sup>1</sup> dipyrindine ( $\alpha\alpha^1$  dipyrindil) technique. The new values, 61% (45/74) of them smaller and 26% (19/74) higher than those previously included in the Institute's data base, are presented.

### INTRODUCCION

La base de datos de composición de alimentos mexicanos más amplia y más utilizada para fines de evaluación de encuestas alimentarias, cálculo de dietas, planificación de programas de alimentación y nutrición y diseño de nuevos productos industrializados, es la que ha integrado el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (I.N.N.S.Z.). Esta base de datos se originó en el trabajo analítico realizado hace varias décadas por el grupo de R. Cravioto (1) y que se ha venido enriquecimiento y revisando periódicamente. (2).

Como parte de ese proceso de revisión y actualización y tomando en cuenta que la deficiencia nutricional más extendida en México es la de hierro (3) se decidió reanalizar este nutrimento en un conjunto de 74 alimentos o grupos previamente seleccionados por su elevado consumo o por su inclusión frecuente en la dieta media de la población mexicana (4,5,6) o por su contenido de hierro (arbitrariamente se eligieron alimentos con una concentración mayor de 3mg/100g en base seca). El propósito de la presente comunicación es informar los resultados encontrados.

### MATERIAL Y METODOS

**Obtención y preparación de la muestra:** Los alimentos seleccionados se adquirieron en diferentes establecimientos del mercado más importante de la ciudad de México la Central de Abastos lugar

donde convergen alimentos de diferentes puntos de la república mexicana, así como en las tiendas de autoservicio del Distrito Federal. Para cada alimento se obtuvieron en tres establecimientos, muestras de aproximadamente medio kilogramo de los alimentos perecederos y de un cuarto de kilogramo de los alimentos no perecederos que se distribuyen a granel. En el caso de los alimentos industrializados se obtuvo la unidad mínimo de venta de por lo menos tres marcas comerciales. Las muestras se transportaron a los laboratorios del Instituto en recipiente de plástico rígido a temperatura ambiente. Al llegar, los alimentos que así lo requirieron se limpiaron manualmente para eliminar cuerpos extraños y porciones dañadas y se procedió a retirar las cáscaras y las semillas para obtener el peso de la porción comestible. Las muestras se homogenizaron en una licuadora con aspas de aluminio; ya homogeneizada, la muestra se subdividió mediante cuarteo aleatorio (7,8). Los «cuartos» seleccionados representaron la muestra, misma que se guardó en bolsas de polietileno a -70 °C hasta el momento de su análisis, (dentro de los siguientes 7 a 10 días como máximo).

**Cuantificación de hierro:** Se empleó la técnica espectrofotométrica de la ortofenantrolina o dipiridilo, método aprobado por la AOAC (9). De las variantes para la preparación de la muestra se prefirió la digestión húmeda dado que, en pruebas preliminares, se obtuvo una mejor recuperación (98%) y se prefirió utilizar la muestra sin desgrasar por ser más práctico.

Con el fin de establecer la precisión interensayo del método en nuestro laboratorio, se hicieron 10 repeticiones del mismo extracto, en diferentes días, de cada uno de los siguientes alimentos: arroz, maíz blanco, maíz amarillo, frijol negro y frijol bayo. El coeficiente de variación promedio fue de 4.8%, precisión que se consideró suficiente para los fines del estudio. Posteriormente, siguiendo el mismo procedimiento antes descrito, todos los análisis se realizaron por triplicado.

1 Investigador del Departamento Ciencia y Tecnología de Alimentos INNSZ. Vasco de Quiroga N° 15.CP. 14000.

2 Jefe del Departamento de Fisiología de la Nutrición INNSZ. Vasco de Quiroga N° 15. CP.14000

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para presentar los resultados, los alimentos analizados se dividieron en cuatro grupos:

1. Semillas de cereales y leguminosas
2. Verduras y frutas
3. Leche, pescado, mariscos y vísceras
4. Alimentos industrializados.

En las Tablas 1 a 4 se muestran de acuerdo al grupo que corresponde, los valores promedio del contenido total de hierro en los 74 alimentos analizados.

**TABLA 1**  
Contenido de hierro en semillas de cereales y leguminosas (mg/100g PC)

Alimentos	Nombre científico	Porción comestible	Valor obtenido	Valor registrado previamente en la base de datos del INNSZ
<b>Cereales</b>				
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	1.0	0.7	1.0
Avena	<i>Avena sativa</i>	1.0	3.4	3.3
Maíz amarillo	<i>Zea mays</i>	0.92	2.8	2.3
Maíz blanco	<i>Zea mays</i>	1.92	1.6	2.2
<b>Leguminosas</b>				
Alverjón <sup>1</sup>	<i>Pisum sativum</i>	1.0	5.8	7.5
Frijol bayo <sup>2</sup>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0	7.1	6.2
Frijo negro <sup>2</sup>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0	8.2	7.0

PC Porción comestible

<sup>1</sup> Chícharo seco, guisante seco

<sup>2</sup> Porotos en América del Sur. Bayo se refiere a una variedad de color castaño

En 71 de los 74 alimentos fue posible comparar los nuevos datos con los registrados previamente en la base de datos del INNSZ, papa blanca sin cáscara, papa rosa sin cáscara y leche pasteurizada no están en la actual base de datos del INNSZ. Con base en la precisión de la técnica se consideraron alimentos con bajo contenido de hierro los que tuvieron menos del 90 % y altos los de más de 110 %, encontrándose: 45 menores, 19 mayores y 7 similares. Los alimentos que presentaron valores menores que los actualmente registrados en la base de datos fueron: arroz (67%), maíz blanco (73%), alverjón (77%), berro (81%), calabaza de castilla (32), calabacita criolla (18%), calabacita (31%), chayote con espinas (71 %), quelites (87 %), hongos (79 %), papa blanca con cáscara (15 %), papa rosa con cáscara (56%), verdolagas (73%), ejotes (56%), jitomate (75%), anona (35%), agua de coco (58%), durazno amarillo (76%), fresa (70 %), pera (50%), plátano tabasco (13%), tamarindo (67%), toronja (77%), leche hervida (15%), leche bronca (15%), cangrejo fresco (79%), jaiba cocida (31%), moronga (80%), aceituna (63%), chile serrano (29%), ate (45%), jitomate (jugo) (44%), jitomate (salsa) (28%), nieve (64%), pan bolillo (71%), pan tostado (60%), pan negro (47%), durazno en almíbar (89%), fresas en almíbar (88%), queso fresco (22 %), queso fresco de cabra (46%) y queso chihuahua (35%). Presentaron valores mayores: chayote sin espinas (160%), ostión (140%), hígado de pollo (482%), hígado de res (297%), chile jalapeño (200%), dátiles (146%), jitomate (puré) (271%), leche entera (polvo) (150%), pan integral de caja (643%), tortilla (132%) y harina de trigo

(233%), frijol bayo (115%), frijol negro (117%), maíz amarillo (112%), chipilín (113%), espinaca (114%), tuna (113%), hígado de cerdo (115%) y leche evaporada (117%). Los alimentos en los que se encontraron valores similares fueron: avena (103%), rábano chico (93%), lima (95%), uva (110%), chirimoya (96 %), copra (91 %) y carpa (90%).

**TABLA 2**  
Contenido de hierro en verduras y frutas (mg/100g PC)

Alimentos	Nombre científico	Porción comestible	Valor obtenido	Valor registrado previamente en la base de datos del INNSZ
<b>Verduras</b>				
Berro	<i>Nasturtium aquaticum</i>	0.80	2.1	2.6
Calabaza amarilla	<i>Cucurbita máxima</i>	0.53	1.3	2.3
Calabaza de castilla	<i>Cucurbita pepo L.</i>	0.52	1.0	3.1
Calabaza criolla	<i>Curbita sp</i>	0.71	0.6	3.3
Calabacita <sup>1</sup>	<i>Cucurbita mexicana</i>	0.90	0.5	1.6
Chayote con espinas <sup>2</sup>	<i>Sechium edule</i>	0.83	1.2	1.7
Chayote sin espinas	<i>Sechium edule</i>	0.84	1.6	1.0
Chipilín <sup>3</sup>	<i>Crotalaria longirostrata</i>	0.60	5.3	4.7
Ejote	<i>Phaseolus vulgaris</i>	0.90	1.5	2.7
Espinaca	<i>Spinaca oleracea</i>	0.85	5.0	4.4
Hongos	<i>Fungus</i>	0.90	3.4	4.3
Jitomate <sup>4</sup>	<i>Lycopersicum esculentum</i>	0.88	0.3	0.4
Papa blanca c/c	<i>Solanum tuberosum</i>	1.0	0.4	2.7
Papa blanca s/c	<i>Solanum tuberosum</i>	0.83	0.3	—
Papa rosa c/c	<i>Solanum tuberosum</i>	1.0	1.5	2.7
Papa rosa s/c	<i>Solanum tuberosum</i>	0.82	1.1	—
Quelite <sup>5</sup>	<i>Chenopodium album</i>	0.86	5.4	6.2
Rábano chico	<i>Raphanus avinus</i>	0.80	1.4	1.5
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	0.82	3.3	4.5
<b>Frutas</b>				
Anona	<i>Anona diversifoli</i>	0.48	1.0	2.9
Chirimoya	<i>Anona cherimola</i>	0.42	4.9	5.1
Coco (agua de)	<i>Cocos nucifera</i>	0.49	0.7	1.2
Coco (copra)	<i>Cocos nucifera</i>	1.0	3.1	3.4
Durazno amarillo <sup>6</sup>	<i>Prunus persica</i>	0.89	1.6	2.1
Fresa <sup>7</sup>	<i>Fragaria</i>	0.94	2.6	3.7
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	0.66	2.0	2.1
Pera	<i>Pyrus communis</i>	0.86	1.0	2.0
Plátano tabasco <sup>8</sup>	<i>Musa sapientum</i>	0.68	0.3	2.3
Tamarindo	<i>Tamarindus indicus</i>	0.50	3.1	4.6
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	0.64	1.0	1.3
Tuna	<i>Opuntia SP</i>	0.57	0.9	0.8
Uva	<i>Vitis vinifera</i>	0.70	1.0	0.9

PC Porción Comestible

<sup>1</sup> Zapallo, pipián

<sup>2</sup> Huixquil.

<sup>3</sup> Hojas aromáticas

<sup>4</sup> Tomate

<sup>5</sup> Hojas

<sup>6</sup> Melocotón

<sup>7</sup> Frutilla

<sup>8</sup> Banana Gineo de Seda

TABLA 3  
Contenido de hierro en leche, pescado, mariscos y vísceras  
(mg/100g PC)\*

Alimentos	Nombre científico	Porción comestible	Valor obtenido	Valor registrado previamente en la base de datos del INNSZ
<b>Leche</b>				
Leche bronca o «Cruda» <sup>1</sup>	—	1.0	0.2	1.3
Leche hervida	—	1.0	0.2	1.3
<b>Pescados y Mariscos</b>				
Carpa	<i>Carpioides meridionalis</i>	0.47	1.7	1.9
Cangrejo fresco	<i>Paratephusa spinigera</i>	0.43	2.7	3.4
Jaiba cocida	<i>Mythrax spp</i>	0.40	3.0	9.6
Ostión s/concha	<i>Ostrea spp</i>	1.0	4.9	3.5
<b>Vísceras</b>				
Hígado de cerdo	—	1.0	6.1	5.3
Hígado de pollo	—	1.0	8.2	1.7
Hígado de res	—	1.0	8.9	3.0
Moronga <sup>2</sup>	—	0.98	35.9	45.0

\* PC Porción Comestible

1 Leche que no ha sufrido ningún tratamiento térmico

2 Sangre de res o puerco, cocida y embutida.

TABLA 4  
Contenido de hierro en alimentos industrializados  
(mg/100g PC)

Alimentos	Porción comestible	Valor obtenido	Valor registrado previamente en la base de datos del INNSZ
Aceituna	0.80	1.9	3.0
Chiles jalapeños (rajas)	1.0	0.8	0.4
Chiles serranos (escabeche)	0.96	0.8	2.8
Dátiles secos (s/hueso)	1.0	1.9	1.3
Duraznos en almíbar <sup>1</sup>	0.1	0.8	0.9
Fresas en almíbar <sup>2</sup>	1.0	0.7	0.8
Ate de membrillo <sup>3</sup>	1.0	1.3	0.8
Jitomate (jugo)	1.0	0.7	1.6
Jitomate (puré)	1.0	1.9	0.9
Jitomate (salsa)	1.0	0.6	2.2
Leche entera (polvo)	1.0	1.2	0.8
Leche evaporada	1.0	0.7	0.6
Leche pasteurizada	1.0	0.2	—
Mayonesa	1.0	0.4	0.4
Nieve de limón <sup>4</sup>	1.0	0.7	1.2
Pan bolillo <sup>5</sup>	1.0	2.5	3.5
Pan integral (caja)	1.0	4.5	0.7
Pan tostado (caja)	1.0	3.9	5.7
Pan negro (hogaza)	1.0	4.3	9.1
Queso fresco	1.0	1.1	5.1
Queso fresco de cabra	1.0	2.6	5.7
Queso cheddar	1.0	0.9	5.8
Queso semiblando (fresco)	1.0	2.3	2.6
Tortilla	1.0	3.3	2.5
Trigo (harina de)	1.0	0.7	0.3

\* PC Porción Comestible

1 Melocotón

2 Frutilla

3 Dulce sólido con alto contenido de pectina

4 Sorbete

5 Pan francés

## CONCLUSION

Se analizó el contenido de hierro en 74 alimentos de amplio consumo en México por el método de  $\infty\infty'$  dipiridilo, encontrándose que en un alto porcentaje (61 %), se obtuvo un valor menor y en el 26 % de los casos un valor mayor que el registrado en la actual base de datos del INNSZ.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT (México) por el financiamiento parcial de este proyecto y al Q.B.P. Alvar Loría por sus revisiones y sugerencias durante el análisis de los datos obtenidos.

## REFERENCIAS

- Cravioto R.O., Massieu G., Guzmán J. y Calvo J. Composición de alimentos mexicanos. Ciencia XI:5-6 PP129-155. 1951.
- Hernández M., Chávez A. y Bourges H. Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tabla de uso práctico INNSZ, L.12 10ª Edición, México. 1987.
- Rosado J.L., Bourges H. Saint-Martin B. Deficiencia de vitaminas y minerales en México: una revisión crítica del estado de la información I: Deficiencia de minerales. Sal. Pub. Mex 37(2), 130-137. 1995.
- Pérez Hidalgo C. y cols. Encuestas Nutricionales en México. Vol. I Pub. Instituto Nacional de la Nutrición, México. 1976.
- Pérez Hidalgo C. y cols. Encuestas Nutricionales en México. Vol. II Pub. Instituto Nacional de la Nutrición, México. 1976.
- Pérez Hidalgo C. y cols. Encuestas Nutricionales en México. Vol. III Pub. Instituto Nacional de la Nutrición, México. 1976.
- Arias V.C. Manual de procedimientos para el análisis de granos. México Universidad Autónoma de Chapingo. p-23. 1981.
- Lees R. Food Analysis: Analytical and quality control methods for the food manufacturer and buyer. Leonard Hills Books, Great Britain. p.191. 1975.
- Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC 14th Ed. Arlington Virginia USA. p250. 1984.

Recibido:13-11-1995

Aceptado:11-07-1996

## Contenido de nutrientes minerales en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas II: Composición en elementos minerales

Sara Josefina Closa<sup>1</sup>, María C. de Landeta<sup>2</sup>, Daniel A. Andérica<sup>2</sup>, Daniel O. Larroquette<sup>3</sup>, Blanca Alzogaray<sup>3</sup>

**RESUMEN.** Se analizaron materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas de consumo habitual, con el objetivo de determinar su composición en elementos minerales. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para actualizar los datos de Na, K, Ca, P y Fe registrados en la última edición de la tabla nacional e incorporar información sobre el contenido de Mg y Zn. También permiten observar la pérdida de nutrientes que se produce en la refinación de harinas y los cambios introducidos en el contenido de algunos elementos minerales de alimentos procesados, ya sea por agregado durante la elaboración o por efecto de los distintos tratamientos a que son sometidos en el procesamiento. El contenido de Na en panificados y leguminosas enlatadas, apreciablemente menor al valor consignado en las tablas de 1945, corrobora la tendencia a disminuir el agregado de sal que se viene operando actualmente.

### INTRODUCCION

Este trabajo sobre contenido de nutrientes minerales en alimentos, es parte de un estudio que también abarca el análisis de la composición centesimal, el contenido de fibra dietaria y el valor calórico (1).

El contenido de minerales en los alimentos de origen vegetal varía dentro de un rango muy amplio, ya que está fuertemente vinculado con una serie de factores de orden agronómico, tales como la naturaleza de los suelos, el uso de fertilizantes, las variedades cultivadas, el manejo de los cultivos, etc. A esa variabilidad natural y propia de cada materia prima, se le suma la variabilidad que suele introducir el procesamiento industrial (2,3).

Durante la producción y/o elaboración de alimentos, hay procesos que pueden reducir el contenido de minerales o que lo pueden incrementar. Se producen pérdidas de minerales en el refinado o por solubilidad en los tratamientos con agua, por ejemplo, y pueden incorporarse elementos inorgánicos durante la elaboración o procesado, ya sea en forma intencional o involuntariamente por contaminación (4).

Dado el tiempo que ha transcurrido desde la 4ª y última edición de la Tabla de Composición de Alimentos Nacional (5) producida por el ex-Instituto Nacional de Nutrición (INN) en 1945, lapso en el que seguramente se han producido cambios en las tecnologías de producción e industrialización de alimentos, resulta imprescindible

**SUMMARY.** Nutrient content in raw and processed foods derived from cereals and legumes II: Mineral composition. Raw and processed foods derived from cereals and legumes were analyzed to determine the mineral content. These data can be used to replace Na, K, Ca, P y Fe values of the out-of-date national composition table and to incorporate new data of Mg and Zn. Results showed that mineral composition in cereal milled products varies directly with the degree of extraction and that losses or intentional addition of inorganic elements were produced during processing. It seems that manufacturers tend to diminish salt addition in prepared and processed foods, as Na content of bakery products and canned legumes were considerably lower than the values reported in the 1945 composition table

actualizarla revisando y aportando nuevos datos de composición sobre el contenido de nutrientes en general y de minerales en particular.

Con ese objetivo, se determinó el contenido de Na, K, P, Ca, Mg, Fe y Zn en alimentos de consumo habitual en el país, derivados de cereales y leguminosas

### MATERIALES Y METODOS

Se analizaron harinas de trigo de distinto grado de refinación, panificados a base de harina de trigo, harina de maíz, avena arrollada, porotos y arvejas secas y enlatados. Las características del muestreo y recolección de las muestras en distintas bocas de expendio y la identificación de los alimentos se detallan en un trabajo previo (1). Para determinar los elementos minerales, se utilizó una de las tres submuestras en las que se subdividió el total muestreado de cada alimento.

**Preparación de las muestras:** Los panificados se cortaron en trozos con cuchillo de acero inoxidable y luego de desecarlos se molieron. Las galletitas, porotos y arvejas secas, luego de ser trituradas entre dos hojas de papel de filtro, se redujeron a polvo. Las leguminosas enlatadas, previo escurrimiento en colador de plástico, se homogeneizaron en licuadora (Waring Blender, mod. 31BL67); el homogenato se desecó en bandeja de vidrio y luego se redujo a polvo. En todos los casos la molienda fina se hizo en mortero de vidrio.

### METODOS:

Se pesaron exactamente por triplicado, entre 0,5-1 gramo de la muestra de cada alimento y las porciones analíticas se digitaron con HNO<sub>3</sub> concentrado (6).

Una vez fríos los productos de la digestión, se transfirieron a

- 1 Profesora Titular de Nutrición. Departamento de Tecnología. Universidad Nacional de Luján. Argentina
- 2 Profesores Adjuntos de Química Analítica. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján.
- 3 Ayudantes de Química Analítica. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján.

de cenizas (Whatman 41); los residuos se lavaron con agua bidestilada y se llevó a volumen en cada caso. Los filtrados se almacenaron en frascos de polietileno con tapa hasta su análisis. Tanto a los contenedores como al material de vidrio utilizado en los ensayos, se les hizo un lavado previo con ácido.

Las determinaciones se hicieron en un espectrofotómetro de absorción atómica (457 AA/AE Instrumentation Laboratory Spectrophometer). Se operó en condiciones estándar, usando el modo llama de emisión para determinar Na y K y de absorción atómica para Ca, Mg, Fe y Zn. Para la determinación de Ca se efectuó el agregado de La (NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (7). El P se determinó por el método colorimétrico de Gomori (8).

Cada porción analítica se procesó por triplicado y los valores fueron promediados. Cuando las repeticiones se desviaron en más de un 5 % con respecto al valor promedio, se repitió el ensayo.

Se utilizaron reactivos Merck p.a. incluyendo los estándares para Absorción Atómica (Titrisol) con los que se efectuaron las calibraciones.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

En la Tabla 1 se resumen los resultados correspondientes a los derivados de cereales y en la Tabla 2, los correspondientes a leguminosas. Los valores están expresados en base húmeda y por 100g de porción comestible. En la última columna de ambas tablas se incluyen los datos de humedad de los alimentos analizados.

**TABLA 1**  
Contenido de elementos minerales en derivados de cereales

ALIMENTOS	Por 100 gramos de porción comestible							Humedad g
	Na mg	K mg	P mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	
Harina trigo 0000	3.3	144	91	10.9	22.9	0.8	1.2	12.70
Harina trigo 000	10.1	176	171	11.4	48.2	1.5	1.8	13.06
Harina trigo integral	15.9	605	267	26.8	99.2	3.3	3.8	12.40
Salvado de trigo	27.3	1304	904	73.6	324.8	9.2	9.6	14.00
Harina de maíz	34.9	299	177	28.1	51.7	2.9	2.0	11.90
Avena arrollada	6.5	460	333	21.4	93.6	4.2	4.4	10.94
Pan, tipo francés	136.1	175	136	18.5	11.9	1.0	1.8	29.80
Pan con salvado	112.0	338	209	68.4	18.3	1.2	2.6	35.03
Galletitas harina blanca	141.5	160	185	17.7	28.1	1.7	2.2	6.00
Galletitas harina integral	141.0	182	200	19.3	33.7	2.0	2.2	5.40

**TABLA 2**  
Contenido de elementos minerales en leguminosas secas y enlatadas

ALIMENTOS	Por 100 gramos de porción comestible							Humedad g
	Na mg	K mg	P mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	
Porotos soja, secos(1)	7.2	2008	498	175.0	224.0	7.6	3.7	9.60
Porotos alubia, secos(2)	8.2	1710	352	124.7	121.6	8.2	2.7	11.68
Arvejas enteras, secas(3)	14.1	1096	340	52.2	97.0	4.3	4.2	11.60
Arvejas partidas, secas	16.0	988	349	50.6	101.0	4.5	3.7	11.10
Porotos alubia enlatados	92.0	366	105	49.2	22.4	1.7	1.3	70.60
Arvejas verdes enlatadas	87.8	155	67	54.1	34.3	1.5	1.5	70.40

(1): *Glycine max. sp*

(2): *Phaseolus vulgaris*

(3): *Pisum arvense* y *sativum* (el Código Alimentario Argentino autoriza comercializar la mezcla de esas variedades)

Como puede observarse en la Tabla 1 el contenido de minerales en los productos de molienda derivados del trigo, varía notablemente. En el salvado la concentración de nutrientes es más alta que en la harina integral y ese contenido disminuye a medida que las harinas son más refinadas.

Si bien el contenido de elementos inorgánicos es diferente según se trate de trigo (harina integral), maíz o avena, el perfil es parecido y la avena se destaca como la mejor aportadora de Fe y Zn.

En los panificados a base de trigo, de consumo masivo en el país, el contenido de minerales guarda relación con el tipo de harina utilizada excepto en el caso del Na, que en razón del agregado de sal durante la elaboración, presenta niveles más altos y muy similares entre sí.

En cuanto a las leguminosas, como puede observarse en la Tabla 2, los valores encontrados en las legumbres secas reafirman su condición de ser muy buenas fuentes aportadoras de elementos minerales, especialmente de K, Fe y Zn.

Los valores obtenidos en las conservas, que fueron determinados sobre las legumbres escurridas, indican que durante el procesamiento se han producido pérdidas de algunos elementos minerales, especialmente K, y ganancias de otros. Es el caso del Na, con niveles muy similares por el agregado de sal, y del Ca en las arvejas enlatadas, como consecuencia del tratamiento con lechada de cal a que se somete para mantener la firmeza de las paredes celulares.

Con respecto a los datos de la Tabla del INN, los resultados obtenidos en este estudio permiten hacer los siguientes aportes:

- El reemplazo con valores de producción nacional, de los datos de harina de trigo integral, arvejas enteras secas y arvejas enteras enlatadas que en su oportunidad fueron compilados de la tabla inglesa edición 1940 (9). Queda salvado además, un error que seguramente se cometió al transcribirse el dato de Na en harina de trigo integral. En la tabla del INN figura un dato de 160 mg/100g contra el valor experimental de 15,9, valor que está dentro del orden de magnitud informado en otras tablas consultadas (10,11,12) y concuerda con el dato de Na en grano de trigo entero determinado por el INN.
- Se incorpora la composición de porotos alubia enlatados, producto que en la actualidad tiene una importante presencia en el mercado nacional.
- Se informa el contenido de Mg, elemento que no fue determinado por el INN, y de Zn, micronutriente que ha cobrado interés en tiempos más recientes. Los valores obtenidos están en el orden de magnitud de los datos de tablas extranjeras (11,12).
- En aquellos alimentos elaborados o procesados a los cuales se les agrega sal, los valores de Na encontrados en este estudio han resultado ser considerablemente inferiores a los datos informados en la tabla del INN. En los panificados, el contenido de Na es en promedio, algo menos de la mitad que los datos de tablas y el de las arvejas verdes enlatadas sólo una tercera parte. Esta reducción tan marcada de los valores actuales con respecto a los datos de 1945, parecen indicar que en nuestro medio también se ha operado la tendencia universal de reducir al agregado de sal en la elaboración y/o procesamiento de alimentos (13), atendiendo a las recomendaciones de restringir la ingesta de Na para prevenir problemas de hipertensión.

## REFERENCIAS

1. Closa S.J., C.Martín, O. Chau, M.E. Sambucetti & a. Zuleta. Contenido de nutrientes en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas. I: Composición centesimal y valor energético. Arch. Latinoamer. Nutr. 44:168-171, 1994.
2. Bruce A. & L. Bergströmn. User requirements for DATA bases and applications in Nutrition Research. Food and Nutrition Bulletin 2: 24-29, 1983.
3. Greenfield H. & DAT Southgate. Food Composition Data: Production, management and use. Elsevier Applied Science. p.164-166. 1992.
4. Tannenbaum S.R., V.R. Archer & c. Michel. Vitamin and minerals. In: Food Chemistry. OR Fennema (Ed). Marcel Dekker Inc. p.478-543. 1985.
5. Tabla de la Composición Química de los Alimentos. 4ta. Edición. Ed. Instituto Nacional de Nutrición. Dirección Nacional de Salud Pública. Ministerio del Interior de la República Argentina. 1945.
6. Rasco B.A, S.S.Gazzaz & F.M. Dong. Iron, calcium, zinc and phytic acid content of yeast-raised breads containing distillers' grains and other fiber ingredients. J. Food Compos. Anal. 3:88-95. 1990.
7. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington DC. 1980.
8. Gomori G. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. J. Lab Clin Med. 27:955-960. 1942.
9. McCance R.M. & E.M. Widdowson. The Chemical composition of foods. Medical Research Council Spec. Rep. Ser. N° 235. London: His Majesty's Stationery Office. 1940.
10. Holland B., I.D. Unwin, D.H. Buss, A.A. Paul & DAT Southgate. McCance and Widdowson's The composition of foods. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture. Fisheries and Food. 1991.
11. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (Souci, Fachmann & Kraut) Food Composition and Nutrition Tables. 4th ed. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. 1990.
12. US Department of Agriculture (1976-1990). Composition of foods. Raw, processed, prepared. Agriculture Handbook N° 8 Sections 1-21. Washington, DC. 1980.
13. Vanderveen JE & JAT Pennington. Use of food composition data by governments. Food and Nutrition Bulletin 5:40-45, 1983.

Recibido: 04-08-1995

Aceptado: 19-06-1996

## Relaciones entre la composición nutricional y parámetros anatómicos en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Teresa Elizabeth Torres Cepeda<sup>1</sup>, María Guadalupe Alanis Guzmán<sup>2</sup>, y Ratikanta Maiti<sup>1</sup>

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México

**RESUMEN.** Los parámetros químicos nutricionales con diferencias significativas ( $P=0.05$ ) entre 10 variedades de sorgo, así como los rangos observados fueron: lípidos (2,76 a 3,75 %), fibra cruda (60,6 a 64,7%), proteína (9,01 a 11,43%), extracto libre de nitrógeno (77,65 a 83,07%), almidón (60,65 a 64,20%), taninos (2.50 a 10.16 mg/g) y calorías totales (380 a 400 Kcal). El contenido de cenizas fue de 1,17 a 1,91%, la digestibilidad de la proteína (23,8 a 38,8%) y del almidón «in situ» (54,4 a 66,6%) no fueron estadísticamente diferentes. Entre los componentes químicos se tuvieron las siguientes correlaciones positivas con significancia: carbohidratos con calorías totales y grasa con fibra. Entre las correlaciones negativas destacan: grasa y fibra con carbohidratos, fibra con calorías, y digestibilidad «in vitro» de la proteína con taninos. Con la finalidad de tratar de obtener equivalencias analíticas para sustituir una determinación anatómica o química; ya sea total o parcialmente, y facilitar la selección de variedades para distintos usos, y el procesamiento adecuado para el grano, se identificaron correlaciones entre los datos químicos obtenidos en este estudio con las características anatómicas determinadas en un trabajo previo con las mismas muestras, detectándose 19 coeficientes significativos, de los que 8 fueron positivos y 11 negativos. Entre las correlaciones con potencialidad de sustitución analítica destacan: tamaño del gránulo de almidón del endospermo córneo (EC) y longitud de las células del endospermo harinoso (EH), con cantidad de almidón; tamaño del cuerpo de proteína del EH, con digestibilidad de la proteína; largo y ancho de las células de aleurona con el contenido de fibra y de grasa. Entre las correlaciones negativas sobresalen: tamaño del gránulo de almidón del EC y EH, con ceniza; tamaño del cuerpo de proteína del EC, con cantidad de almidón y con tamaño de los gránulos del mismo; largo y ancho de las células de la aleurona con carbohidratos y con calorías totales; y tamaño de las células del mesocarpio con contenido de grasa.

Palabras Claves: Sorgo, bovino, químico, anatómico, nutricional.

**SUMMARY.** Relations between nutritional composition and anatomical parameter in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Nutritional and chemical parameters with significant differences ( $P=0.5$ ) among 10 varieties of sorghum and rates observed in them were as follow: lipids (2.76 to 3.75%), raw fiber (60.0 to 64.7%) protein (9.01 to 11.43%), no nitrogen extract 977.65 to 83.07%, starch (60.5 to 64.20%), tannin (2.50 to 10.16 mg/g), and total calories (380 to 4000 Kcal). Ash content with value of 1.17 to 1.91% protein digestibility (23.8 to 38.8%) and «in situ» starch (54.4 to 66.6%) were not statistically different. When correlation indexes were determined between results of chemical analysis, it was obtained follow positive correlation having significance: carbohydrates with total calories and fat with fiber. The main negative correlations were: fat and fiber with carbohydrates, fiber with calories, and digestibility «In vitro» of protein with tannin. In order to obtain equivalent analytical tests to substitute an anatomic determination for a chemical one, or vice versa, and make easy the selection of varieties for different use, and the adequate process for sorghum grain, were obtained correlations between chemical data of this study and compared to anatomic features determined in a previous analysis with same samples (1), it was found 19 significant coefficients from which 8 were positives and 11 negatives. The main correlations with capacity of analytical substitution were: size of starch grain of cornea endosperm -starch amount; size of protein body of flourlike endosperm - digestibility «in vitro» and «in situ» of protein; length of cell of flour like endosperm - starch amount; length and broad of aleurona cells -fiber content. The major negative correlations were: size of starch grain of cornea and flourlike endosperm ash; size of protein body of cornea endosperm - starch amount; length and broad of aleurona cells- carbohydrates and total calories. Key words: Sorghum, bovine, chemical, anatomical, nutritional.

### INTRODUCCION

La producción de sorgo ocupa el cuarto lugar en el mundo entre los cereales y es usado extensivamente como alimento tanto humano como animal. En la ganadería en América, el sorgo es uno de los productos más utilizados para la alimentación del ganado, demostrando ser un cultivo con alto rendimiento y utilizable en la producción de carne, por lo que es necesario seleccionar las mejores variedades que proporcionen un alto valor alimenticio y mejor digestibilidad para el ganado, lo que redundará en mejor producción de cárnicos. La composición química de los granos utilizados en la

alimentación del ganado bovino presenta variación por factores del medio ambiente y genético, esto influye en la elaboración y calidad de los alimentos, por lo que son de importancia los programas de nutrición animal y un buen conocimiento del valor nutritivo de las materias primas empleadas en la alimentación.

Los estudios sobre la estructura de los granos son importantes, ya que intervienen en la determinación de la calidad y procesamiento del alimento utilizado para consumo humano o del ganado. En la actualidad existen trabajos realizados sobre estructura (2,3,4,5,6,7), pero se carece de estudios que valoren las posibles correlaciones entre ambos, por lo que el presente trabajo se enfoca además de analizar las diferencias químicas entre 10 variedades de sorgo, a correlacionar los valores obtenidos del análisis químico-nutricional con los resultados sobre las evaluaciones estructurales de los mismos granos obtenidos previamente (1) mediante el microscopio óptico y de barrido y utilizando la prueba de correlación de Pearson. La finalidad del trabajo es establecer la posibilidad de obtener equivalencias analíticas

1 Investigadores del Departamento de Botánica de la Fac. de C. Biol. U.A.N.L.

2 Jefe del Lab. de Alimentos del Departamento de Bioquímica de la Fac. de C. Biol. U.A.N.L. México.

para sustituir una determinación anatómica por una química o viceversa; ya sea total o parcialmente y con esto se pueda facilitar la selección de variedades para los distintos requerimientos o usos, así como también seleccionar el procesamiento adecuado para el grano de sorgo.

## MATERIALES Y METODOS

A diez variedades de sorgo (Te-y-75, Te-y-77, Te-y-101-R, Master BI-83, Master RB-3006, Pronase RB-3030, Master Te-dinero, Master 911-R, Master Gold-R, Master Victoria) utilizadas en el Noreste del país, se les realizó un estudio químico-nutricional consistente en la determinación de: humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda, proteína cruda, contenido de almidón, extracto libre de nitrógeno y digestibilidad de proteína «in vitro» con pepsina (8). El contenido de taninos como equivalentes de catequina, por el método del ácido clorhídrico-vainillina modificado (9) y calorías totales con una bomba calorimétrica. La digestibilidad de la proteína fue determinada también «in situ» por 24 horas en el rumen de bovinos fistulados igual que la digestibilidad del almidón. Los datos fueron analizados estadísticamente para varianza, con un nivel de significancia de 0.05.

Para la observación y medición de las estructuras del grano al microscopio óptico, se realizaron cortes transversales del grano a nivel medio del embrión, utilizándose inclusión en parafina (10), y azul de anilina. Para cortes semifinos, se siguió la técnica modificada de inclusión en resina epóxica Durcupan (11) tiñendo con fucsina básica y azul de toluidina.

Por cada estructura, se realizaron cinco mediciones en cinco granos diferentes de la misma variedad y registrando los valores en micrómetros. De esta manera, para cada estructura se obtuvo un total de 25 mediciones por variedad.

Los parámetros considerados fueron: grosor del epicarpio, mesocarpio y endocarpio. El grosor del pericarpio para los granos de cada variedad, se consideró como la sumatoria de las medidas del grosor de sus componentes.

Del mesocarpio, además se midió el largo de las células. Del endospermo se tomaron el largo y ancho de las células, tanto de la aleurona como de las porciones periféricas, córneo y harinoso.

Para su estudio al microscopio electrónico de barrido (MEB), los granos fueron sometidos a la técnica de fractura, posteriormente se recubrieron con oro con un recubridor de cada fina (Jeol, JFC 1100), para su observación en el MEB (Jeol, JSM-35). Las estructuras fotografiadas para posteriores mediciones fueron: granos de almidón y cuerpos de proteína de los endospermos periférico, córneo y harinoso. Se realizaron 25 mediciones para cada estructura.

Se utilizó una correlación múltiple de Pearson para conocer si existe relación entre los parámetros químicos y anatómicos evaluados, determinando así las correlaciones existentes entre las 19 variables anatómicas y los doce parámetros químicos nutricionales, todo esto a un nivel de significancia de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En general para los granos de las variedades estudiadas, en lo que respecta a la composición química cuyas medias se reportan en la Tabla 1. se observa que hay diferencias significativas entre las variedades en los siguientes parámetros: contenidos de grasa, fibra, almidón, proteína, extracto libre de nitrógeno, taninos y calorías

totales. Las variedades con mayor contenido de grasa fueron Te-dinero (3.75 %) y Gold-R (3.52 %); de fibra Te-dinero (8.4 %) y Te-y-101-R (7.7 %); con más almidón Te-dinero (64.1 %) y RB-3006 (64.2 %) y con más proteína BI-83 (11.41 %) y RB-3030 (11.43 %). Las más altas concentraciones de taninos se encontraron en las variedades RB-3030 (8.98 mg/g) y Te-y-101-R (10.16 mg/g). Las variedades Te-y-77, Master Victoria y BI-83 presentaron el mayor valor energético con 398 y 400 Cal/g respectivamente. No hubo diferencias significativas entre variedades en la digestibilidad de la proteína y del almidón en el rumen.

En lo que respecta a las correlaciones existentes (Tabla 2) entre los parámetros químicos analizados, la correlación negativa entre los contenidos de grasa y carbohidratos es similar a la observada en semillas oleaginosas (7). Es interesante hacer notar que las variedades que presentaron más altos porcentajes de fibra, fueron las más bajas en contenido de almidón, carbohidratos (E.L.N.) y calorías totales, confirmado esto con coeficientes de correlación negativos y significativos mostrados en la Tabla 2, lo que indica que la fibra es sustituida en el peso total del grano por carbohidratos por lo que, al aumentar ésta, disminuyen los carbohidratos y por lo tanto el valor energético de grano.

El contenido de carbohidratos (ELN) correlaciona positiva y significativamente con calorías totales ( $r=0.91$ ), por lo que variedades que presenten más calorías tendrán más carbohidratos, no más grasa o proteínas, componentes también energéticos. Lo anterior debido a la alta correlación negativa citada anteriormente entre carbohidratos y grasa.

Existe una correlación significativamente positiva entre digestibilidad de proteína con digestibilidad del almidón ( $r=0.87$ ) y negativa con el contenido de taninos. Debido a que la digestibilidad del almidón depende del grado en el que los gránulos de almidón estén embebidos en la matriz proteica del grano intacto. Wagner (12) indica que la proteína que rodea al gránulo de almidón es más densa en el sorgo crudo y que esto puede presentar alguna barrera para la digestión del almidón, por lo que entre más digerible sea la proteína más expuesto quedará el almidón a la acción de las enzimas. Por otro lado los taninos inhiben la actividad enzimática como ha sido reportado ampliamente con anterioridad, ya que suelen enlazarse con las proteínas del alimento en el tracto digestivo, reduciendo su digestibilidad (13) y considerando lo anteriormente expuesto, afectan también indirectamente la digestibilidad del almidón. Los niveles altos en taninos en el sorgo reducen la eficiencia del alimento, obteniendo un coeficiente de correlación negativo entre taninos y digestibilidad de la materia seca (14). Los polifenoles de la testa y pericarpios de sorgos resistentes a pájaros, inhiben la hidrólisis del almidón (15).

Debido a que el sorgo se usa en la alimentación de ganado básicamente por su aporte energético y ya que las 10 variedades presentan de 380 a 400 Cal/g y la fluctuación en el contenido de proteína entre variedades es sólo de 2 puntos porcentuales, será el contenido de taninos lo que marque la diferencia de calidad nutricional en estos granos. Considerando lo anterior las variedades Te-y-75, Gold R, Te-dinero y Te-y-77 serían las mejores.

En la Tabla 3 se citan los valores promedio obtenidos para cada uno de los 19 parámetros anatómicos, algunos de los cuales se observan en las Figuras 1 y 2.

Al correlacionar los parámetros químicos y anatómicos se obtuvieron 19 coeficientes significativos, de las cuales 8 fueron positivos y 11 negativos (Tabla 4).

TABLA 1  
Resultados de la composición química-nutricional de 10 variedades de granos de sorgo.  
Literales diferentes indican diferencia significativa

Variedad	Grasa	Fibra	* Ceniza	* Humedad	Almidón	Proteína (Nx6.25)	Carbo- hidrato (ELN)	Digesti- bilidad «In vitro» de la proteína	Digesti- bilidad «In situ» de la proteína	Digesti- bilidad «In situ» del almidón	Contenido de taninos mg/g	Calorías totales Kcal
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	Kcal
Sorgo Master Gold R	ab 3,52	a 7,4	1,42	10,8	a 64,7	c 10,02	c 77,65	a 70	a 32,09	a 61,62	a 2,93	a 382
Sorgo Master Victoria	abc 3,31	b 2,77	1,77	15,2	d 61,75	c 10,03	ab 82,13	a 77,6	a 38,81	a 66,65	abc 5,02	b 398
Sorgo Master 911R	bc 3,04	b 2,65	1,57	13,4	bc 63,5	cd 9,62	a 83,07	a 60,4	a 27,18	a 60,62	bc 5,98	b 398
Sorgo Master BI 83	bc 3,28	b 2,31	1,7	bc 11,9	cd 63,2	a 11,41	a 81,3	a 47,8	a 28,7	a 54,75	cb 6,66	400
Sorgo Master TE-Y-75	abc 3,24	b 4,14	1,62	14,6	e 60,55	b 10,71	bc 80,31	a 70,1	a 30,19	a 65,11	a 2,5	b 393
Sorgo Master TE-Y-101-R	bc 3,16	a 7,72	1,25	11,7	de 60,85	de 9,62	c 78,18	a 49	a 33,95	a 54,46	e 10,16	a 380
Sorgo Master TE-Y-77	bc 3,01	b 3,01	1,91	14,7	de 61,5	c 10	ab 82,91	a 56	a 35,77	a 55,76	ab 4,05	b 399
Sorgo Master RB 3006	c 2,76	b 3,81	1,53	15,8	ab 64,2	de 9,44	ab 82,48	a 55,3	a 24,59	a 62,8	de 8,69	b 392
Sorgo Master RB 3030	bc 2,78	b 2,73	1,62	10,8	abc 64,05	a 11,43	ab 81,46	a 52,6	a 23,81	a 56,53	de 8,96	b 397
Sorgo Master TE DINERO	a 3,75	a 8,4	1,17	12,4	abc 64,1	e 9,01	c 77,68	a 55,6	a 36,82	a 60,49	ab 3,83	a 380

\* En estas variables no se aplicó análisis estadístico.

TABLA 2  
Coeficientes de correlación significativos detectados en la prueba de correlación de Pearson entre las 12 variables químico -  
nutricionales estudiadas. El valor superior en cada cuadro representa el coeficiente de correlación y el inferior la probabilidad

	Fibra	Carbohidratos (E.L.N.)	Digestibilidad de la proteína «In situ»	Digestibilidad del almidón «In situ»	Taninos	Calorías totales
Grasa	0,6434 0,045	-0,7181 0,019	0,6704 0,034			
Fibra		-0,9312 0,000				-0,9894 0,000
Carbohidratos (E.L.N.)						0,9142 0,000
Digestibilidad de la proteína «In vitro»				0,8677 0,001	-0,6208 0,055	

TABLE 3  
 Promedios del estudio anatómico de los diferentes parámetros evaluados en el grano de sorgo de las diez variedades  
 (Torres Cepeda., 1993)

	Grosor del Epicarpio	Grosor del Mesocarpio	Long. de las células del Mesocarpio	Tamaño de granulos del almidón del Mesocarpio	Grosor del Endocarpio	Grosor del Pericarpio	Long. de las células de la Aleurona	Ancho de las células de la Aleurona	Long. de las células del Endospermo-periferico	Ancho de las células del Endospermo-periferico	Tamaño de granulos de almidón del Endospermo-periferico	Tamaño de los cuerpos de proteínas del Endospermo-periferico
Sorgo Master Gold R	17.9	85.7	35.2	4.6	9.9	113.51	24.2	15.0	39.7	30.5	9.2	1.7
Sorgo Master Victoria	28.7	101.5	38.6	5.2	12.7	142.98	22.5	15.5	33.2	27.1	8.1	1.4
Sorgo Master 911 R	9.9	91.5	48.7	4.3	7.4	108.78	23.3	16.9	41.1	36.0	11.4	2.41
Sorgo Master BI-83	11.4	82.0	45.1	4.0	7.5	100.94	21.8	16.1	35.2	31.0	9.5	2.2
Sorgo Master TE-Y-75	14.7	78.3	40.1	4.5	9.2	102.12	29.0	13.6	43.0	39.4	10.6	1.9
Sorgo Master TE-Y-101-R	21.6	124.8	46.9	4.8	7.8	154.22	26.0	16.1	47.8	24.0	6.5	1.4
Sorgo Master TE-Y-77	17.5	96.5	48.8	3.5	8.1	122.10	24.0	13.9	41.7	29.0	12.3	1.6
Sorgo Master RB 3006	14.5	80.4	46.9	4.4	7.4	102.27	23.4	14.8	40.5	25.0	8.4	1.4
Sorgo Master RB 3030	19.7	89.2	43.7	4.0	10.2	119.07	24.9	12.9	44.4	38.8	12.6	1.5
Sorgo Maser TE-Dinero	18.6	88.5	40.6	4.4	9.3	116.48	25.0	16.4	27.3	38.0	10.1	1.8

	Long. de las células Endospermo-Corneo	Ancho de las células del Endospermo-Corneo	Tamaño de los granulos de almidón del Endospermo	Tamaño de los cuerpos de proteínas del Endospermo-Corneo	Long. de las células del Endospermo Harinoso	Ancho de las células del Endospermo Harinoso	Tamaño de los granulos de almidón del Endospermo Harinoso	Tamaño de los cuerpos de proteínas del Endospermo Harinoso
Sorgo Master Gold R	128.2	72.0	14.6	1.0	150.5	110.1	9.2	1.5
Sorgo Master Victoria	120.5	66.5	11.1	1.5	112.2	59.2	8.9	1.7
Sorgo Master 911 R	127.1	47.1	15.0	1.3	152.2	97.5	15.7	1.2
Sorgo Master BI-83	103.2	50.6	14.2	1.2	164.9	91.2	13.0	1.7
Sorgo Master TE-Y-75	113.1	58.0	12.0	1.3	143.7	77.7	12.3	1.4
Sorgo Master TE-Y-101-R	129.9	59.8	12.5	1.9	145.8	78.4	10.8	1.7
Sorgo Master TE-Y-77	110.1	49.0	12.1	1.4	133.9	69.7	8.0	2.0
Sorgo Master RB 3006	124.1	70.9	19.1	1.3	168.0	86.4	15.3	1.5
Sorgo Master RB 3030	118.1	72.7	16.3	0.9	165.6	97.2	14.6	1.4
Sorgo Maser TE-Dinero	102.9	73.1	19.2	1.3	147.0	76.2	16.0	2

Nota: Las unidades de medidas están dadas en Micras.

TABLE 4  
 Coeficientes de correlación significativos detectados en la prueba de correlación de Pearson entre las variables anatómicas y químico-nutricionales.  
 El valor superior en cada cuadro representa el coeficiente de correlación y el inferior la probabilidad.

	Grasa	Fibra	Ceniza	Humedad	Almidón	Carbo- hidratos (E.L.N.)	Digesti- bilidad de la proteína «In vitro»	Digesti- bilidad de la proteína «In situ»	Calorías totales
Tamaño del almidón del endospermo córneo			-0,7719 0,009		0,7134 0,021				
Tamaño de los cuerpos de proteína del endospermo córneo					-0,7626 0,010				
Tamaño de los gránulos del almidón del endospermo harinoso			-0,7547 0,012						
Tamaño de los cuerpos de proteína del endospermo harinoso							0,6141 0,59	0,6134 0,059	
Longitud de las células del endospermo periférico	-0,6659 0,036								
Grosor del epicarpio								0,6215 0,055	
Tamaño de las células del mesocarpio	-0,6461 0,044						-0,6840 0,029		
Grosor del endoscarpio				-0,6463 0,043					
Longitud de las células de la aleurona		0,7182 0,019				-0,6433 0,045			-0,6703 0,0034
Ancho de las células de la aleurona	0,6135 0,059	0,7401 0,014	-0,6465 0,043						-0,6386 0,029
Longitud de las células del endospermo harinoso					0,7107 0,021				

Entre las correlaciones significativas detectadas entre parámetros anatómicos y químicos, es interesante la relación positiva entre el tamaño del gránulo de almidón del endospermo córneo y la longitud de las células del endospermo harinoso (Fig. 1c) con la cantidad de almidón presente en el grano.

El tamaño de los gránulos o longitud de cadenas pueden afectar la degradación del almidón. Así mismo los gránulos de almidón del endospermo córneo, cuando son más pequeños presentan un grado de gelatinización más alta y una viscosidad intrínseca más alta comparada con los gránulos de almidón del endospermo harinoso (16), lo que es de importancia tecnológica en el uso del grano. Por lo que analizando las correlaciones obtenidas en este estudio se esperará que variedades con mayor contenido de almidón corresponderán a granos con mayor tamaño de gránulos que por lo mismo presentarían menor

grado de gelatinización y viscosidad.

El tamaño del cuerpo de proteína del endospermo harinoso (Fig. 4a) con digestibilidad «in vitro» e «in situ» de la proteína se relacionan positivamente. El tamaño del cuerpo de proteína del endospermo córneo (Fig. 3c) correlaciona negativamente con el contenido de almidón, además en el mismo endospermo córneo hay una correlación negativa entre el tamaño de los cuerpos de proteína ( $X=1,3\mu$ ) y los gránulos de almidón ( $X=14,6\mu$ ) (1). Una sustitución analítica para seleccionar variedades permitiría, con un examen microscópico suponer una mejor digestibilidad del grano si este presenta en el endospermo harinoso mayores cuerpos de proteína, y a menor tamaño en los cuerpos de proteína del endospermo córneo mayor contenido de almidón. Es importante considerar que dichas pruebas serían consideradas a manera de índice comparativos entre

variedades ya que existen otros factores diferentes a las medidas estructurales que afectan la utilización biológica de los nutrientes, una prueba de esto es el hecho de que en el endospermo córneo no se presenta correlación entre tamaño de cuerpos proteicos y digestibilidad de la proteína, lo anterior debido a que el arreglo del endospermo córneo es más compacto que en el endospermo harinoso, de tal manera que la digestibilidad de la proteína es favorecida también por la disposición o arreglo que guarda la proteína con los gránulos de almidón, permitiendo o dificultando la acción enzimática.

Los contenidos de fibra, carbohidratos y calorías presentaron correlaciones significativas entre sí como se discutió anteriormente, y los tres parámetros químicos están relacionados con el largo y ancho de las células de aleurona (Tabla 4), por lo que cuanto mayores sean estas medidas, el grano contendrá más fibra en las paredes de estas células y menos carbohidratos y calorías.

Los contenidos de grasa y de ceniza no son nutricionalmente determinantes en el caso del sorgo en la alimentación de ganado, sin embargo resultan interesantes las relaciones significativas entre ellos y algunas características estructurales del grano.

El contenido de grasa correlaciona positivamente con el ancho de las células de aleurona (Fig 1b y 2a) y negativamente con el tamaño de las células del mesocarpio y con la longitud de las células del endospermo periférico. En el sorgo los aceites están concentrados en el germen (79 %), pericarpio y aleuronas (6) y en las células de aleurona se encuentran cuerpos de lípidos que miden de 0.3 a 0.5  $\mu\text{m}$  de diámetro (3), por lo que es lógica la correlación que indica mayor cantidad de grasa cuanto más anchas sean las células de aleurona que la contienen. Por otro lado el tamaño de las células del mesocarpio correlaciona positivamente con la longitud de las células del endospermo periférico (1) y ambas contienen almidón, así que la correlación negativa del tamaño de estas células con el contenido de grasa, se percibe razonable toda vez que el contenido de grasa guarda una correlación negativa con el de carbohidratos, por lo que, células de mesocarpio más pequeñas, corresponderán a las variedades con mayor contenido de grasa y variedades con células de mesocarpio mayores, tendrán por el contrario más carbohidratos.

En cuanto al contenido de ceniza correlaciona negativamente con el tamaño de gránulo de almidón del endospermo córneo y harinoso, y con el ancho de las células de aleurona, que contienen minerales (17).

Concluyendo que algunas mediciones anatómicas pudieran sustituir con cierta confiabilidad, al menos en selección de variedades, algunas determinaciones químicas en el sorgo, es necesario trabajar en las más prometedoras (mejores correlaciones), a fin de incrementar la confiabilidad y asegurar reproductibilidad. La importancia de lograrlo es que la metodología anatómica puede ser de utilidad sobretodo cuando la cantidad de muestra es limitada, o el acceso al menos, a un microscopio óptico para realizar mediciones de células sea más fácil que a un laboratorio analítico.

FIGURA 1

Fotomicrografía de microscopio óptico de un corte transversal de grano de sorgo, mostrando: a) pericarpio; b) células de aleurona; c) parte del endospermo periférico; d) del endospermo córneo y e) del endospermo harinoso

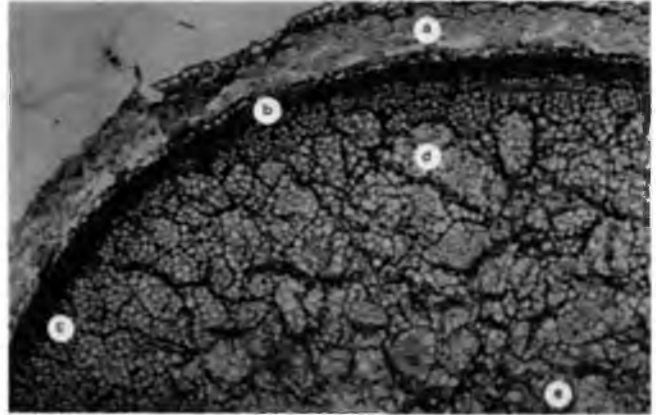


FIGURA 2

Fotomicrografía electrónica de barrido de grano de sorgo que muestra: a) células de aleurona; b) cuerpos de proteínas del endospermo periférico y c) gránulos de almidón del endospermo periférico

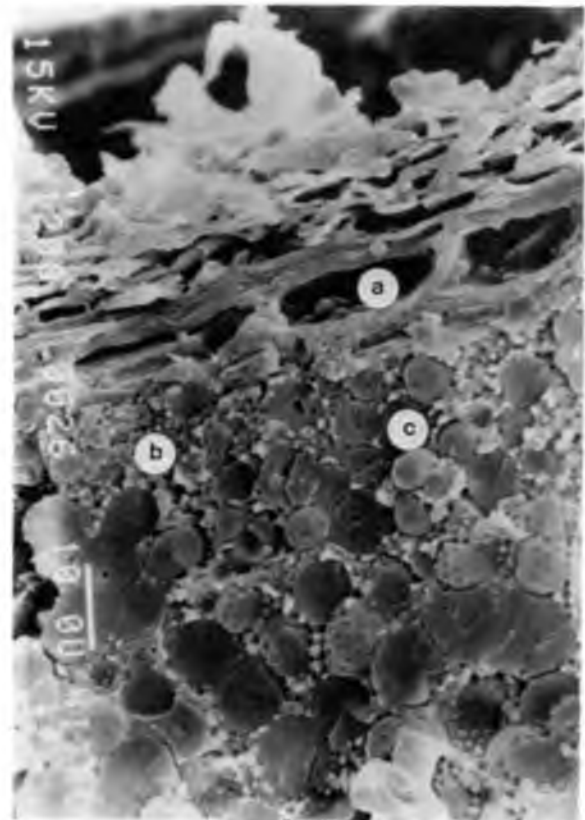


FIGURA 3

Fotomicrografía electrónica de barrido de grano de sorgo del endospermo córneo: a) células; b) cavidades donde estuvieron incrustados los cuerpos de proteína y c) cuerpos de proteína

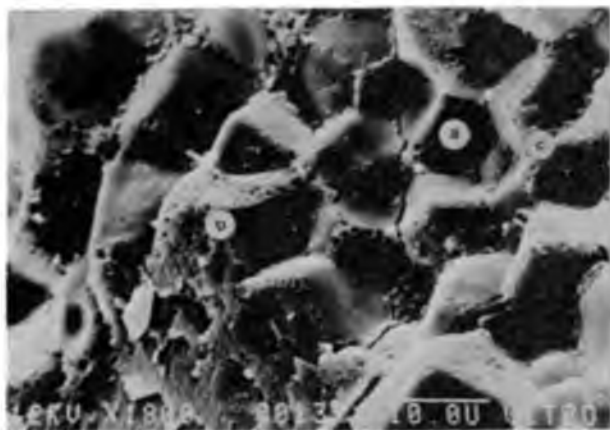
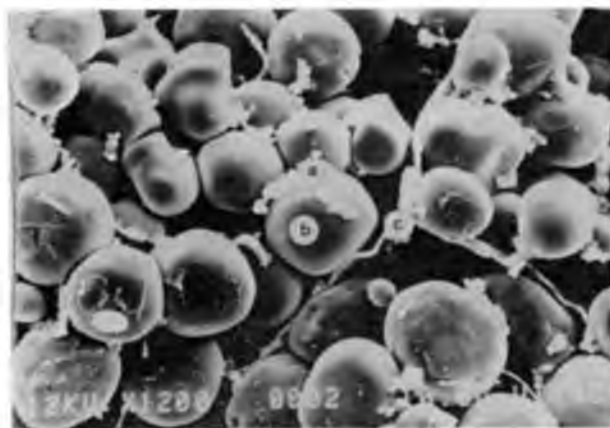


FIGURA 4

Fotomicrografía electrónica de barrido de grano de sorgo, mostrando el endospermo harinoso: a) cuerpos de proteínas; b) gránulos de almidón y c) paredes de las células



## REFERENCIAS

1. Torres-Cepeda T.E., Maiti R. & Alanis-Guzmán M.G. Aspectos morfológicos y anatómicos de diez variedades de grano de sorgo utilizado en alimentación de ganado bovino. Universidad y Ciencia. 10(19): 101-110, 1993.
2. Rooney L.W. & Murty D.S. Evaluation of sorghum food quality. In: Sorghum in the eighties. Proceeding of the international symposium on sorghum. Vol 2. L. Mughogho & J.M. Peacock (Ed). Patancheru A.P. India ICRISAT. pp 571-588, 1982.
3. Zeleznak K. & Varriano-Maston E. Pearl millet (*Pennisetum americanum* (L) Leeke) and grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) ultrastructure. Am. J. Bot 69(8):1306-1313, 1982.
4. Ejeta G. & Axtell J.D. Dry-matter accumulation and carbohydrate composition in developing normal and high lysine sorghum grain. J. Agric. Food Chem. 35:981-985, 1987.
5. Yadav S.P. & Rana B.S. Tannin content at different stages of grain development in some bird susceptible and resistant sorghums. Current Sci. 52(17):804-806, 1983.
6. Rooney L.W., Khan M.N. & Earp C.F. The technology of sorghum products chapter in recent progress in cereal chemistry. In: Cereals for food and beverages. G. Inglett (Ed), New York, U.S.A., Academic Press Inc. pp. 513-554, 1980.
7. Duffus D. & Slaughter C. Las semillas y sus usos. México. AGT. Editores S.A pp.1-188, 1985.
8. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 15th ed. Washington D.C. The Association, 1990.
9. Burns R.E. Method for estimation of tannin in grain Sorghum. Agronomy Journal 63:511-512, 1971.
10. Torres-Cepeda T.E. Estudio comparativo de las características anatómicas, morfológicas y algunos aspectos bioquímicos y nutricionales de variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L.Moench), utilizado para la alimentación de ganado bovino en el noreste del país. Monterrey N.L. México. Tesis inédita, Fac. de C. Biol. U.A.N.L. 1990.
11. Lux A. & Ruíz J.O. Manuel de Microscopía electrónica, ultraestructura y citología vegetal. Monterrey, N.L. México. Ed.Fac de Ciencias Biológicas U.A.N.L. pp 1-70, 1987.
12. Wagner D.G. Improving Sorghum Grain. Feed Management 32(12): 12-16, 1981.
13. Butler L.G., Riedi D.J. & Lebyrk D.G. Interaction of proteins with sorghum tannins: mechanism, specificity and significance. J. of the Am Oil Chem. Soc. 60(44): 730, 1983.
14. Harris H.B., Cummins D.G. & Burns R.E. Tannin content and digestibility of sorghum grain as influenced by bagging. Agronomy Journal 62:633-635, 1970.
15. Kock J.L.F., Groenewald E.G., Kruger G.H.J., J.N. Eloff & Lategan P.M. Extraction of polyphenols and hidrolisis of bird proof sorghum starch. J. Of Sci. of Food and Agr. 36 (11):1140-1144, 1985.
16. Hibber C.A., Wagner D.G., R.L., Schemm E.D., Mitchell, Weibel D.E. & R.L. Hintz. Digestibility characteristics of isolated starch from sorghum and corn grain. J. Of Animal Sci. 55(6):1490-1497, 1982.
17. Maiti R. Morfología, crecimiento y desarrollo del sorgo. Monterrey, N.L. México, Ed. Fac. de Agronomía, U.A.N.L. pp 3-419, 1986.

Recibido: 25-07-1995

Aceptado: 15-07-1996

## Nuevos Libros

### **Present Knowledge in Nutrition, Seventh Edition**

Edited by Ekhard E. Ziegler and L.J. Filer, Jr.

ISBN 0-944398-72-3 (order code 398723)

1996, 684 pages, tables, figures, index: \$50.00

The Seventh Edition, following the format of the widely acclaimed Sixth Edition, features the latest available research authored by 83 specialists and recognized authorities. The new edition contains 64 chapters, of which 13 are on new topics, and includes useful new tabular and illustrative material. It is fully referenced and thoroughly indexed to meet the scientific information needs of students and practitioners.

This edition has been significantly expanded to include new chapters on gastrointestinal disorders, nutritional epidemiology, food toxicology, antioxidants, and other evolving areas and new developments. It provides more detailed discussion on lipids, sodium, potassium, and other traditional topics. The new volumen is fully updated with indepth information on important subjects commanding the attention of professionals who must stay informed on the many developments in nutrition science today

Priced at \$50.00, the Seventh Edition of *Present Knowledge in Nutrition* also serves as an affordable reference tool and resource for students. Educational, bookstore, and quantity discounts are available, as are professors' desk copies upon course adoption.

#### **Contents**

- Energy Requirements
- Body Composition
- Hunger, Appetite, and Food Intake
- Obesity
- Carbohydrates
- Dietary Fat
- Essential Dietary Lipids
- Protein and Amino Acids
- Dietary Fiber
- Water
- Vitamin A
- Vitamin D
- Vitamin E
- Vitamin K
- Vitamin C
- Thiamin
- Riboflavin
- Vitamin B-6
- Niacin
- Vitamin B-12
- Folic Acid
- Biotin
- Pantothenic Acid
- Calcium and Phosphorus
- Magnesium

- Salt, Water, and Extracellular Volume Regulation
- Potassium and Its Regulation
- Iron
- Zinc
- Copper
- Selenium
- Fluoride
- Manganese
- Chromium
- Other Trace Elements
- Iodine Deficiency and the Iodine Deficiency Disorders
- Pregnancy and Lactation
- Nutritional Requirements During Infancy
- Adolescence
- Aging and Nutrition
- Exercise
- Atherosclerosis
- Nutritional Aspects of Hypertension
- Diabetes Mellitus
- Nutritional Advances in Osteoporosis and Osteomalacia
- Renal Disease
- Nutrition in Liver Disease
- Cancer and Diet
- Gastrointestinal Disease
- Estimation of Dietary Intake
- Nutritional Epidemiology
- Nutrition Monitoring in the United States
- Enteral and Parenteral Nutrition
- Nutrient-Drug Interactions
- Alcohol: Medical and Nutritional Effects
- Nutrition and Immunity: Disruption of Lymphopoiesis in Zinc-deficient Mice
- Toxic Substances in Foods
- Nutrient-Gene Interactions
- Macronutrient Substitutes
- Antioxidants
- Adverse Reactions to Foods
- Nutrient Status and Central Nervous System Function
- Inborn Errors and Metabolism
- Nutrient Standards, Dietary Guidelines, and Food Guides

#### **ILSI Press**

1126 Sixteenth Street, NW

Washington, DC 20036-4810

Telephone: 202-659-0074 - Fax: 202-659-8654 - Internet: [ilsipubs@dc.ilsis.org](mailto:ilsipubs@dc.ilsis.org)

**Nota del Editor:** Dado el innegable interés y utilidad de esta obra, la Séptima Edición de «Present Knowledge in Nutrition» será traducida al castellano para mediados de 1997 bajo la iniciativa y responsabilidad de ILSI Press. Oportunamente informaremos sobre las características de esta valiosa publicación y de las facilidades para adquirirla.

## Información para los autores

# Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas <sup>1</sup>

*Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas* <sup>2</sup>

En enero de 1978, un pequeño grupo de directores de revistas médicas generales se reunieron en Vancouver, Canadá, para fijar pautas con respecto a la presentación de los manuscritos enviados a ellas. El grupo, que se ha ampliado y actualmente es conocido como el Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (o también como el Grupo de Vancouver), se ha venido reuniendo cada año desde entonces y sus inquietudes se han hecho más generales. El comité ha elaborado cuatro ediciones de los *Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas*; la presente edición, que es la cuarta, fue ligeramente enmendada en enero de 1993.

### RESUMEN DE LOS REQUISITOS

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

Cada componente del manuscrito empezará en página aparte,

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

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

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

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

### PUBLICACION PREVIA Y DUPLICADA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## PREPARACION DEL MANUSCRITO

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

## PAGINA DEL TITULO

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

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

## AUTORIA

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

Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a: a) la concepción y el diseño del estudio, o el análisis y la interpretación de los datos; b) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión que será publicada. Los requisitos a, b y c tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica que se le conceda a nadie el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores.

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

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

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

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La segunda página incluirá un resumen (que no excederá las 150 palabras de extensión si es un resumen ordinario o las 250 si es uno estructurado). En él se indicarán los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (la selección de los sujetos de estudio o los animales de laboratorio, los métodos de observación y analíticos); los resultados más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posible, su significación estadística); y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos o importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto

con el resumen. Utilícese para este propósito los términos de la lista *Medical Subject Headings* (MeSH) [Encabezamientos de materia médica] del *Index Medicus*; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en los MeSH, podrán usarse las expresiones corrientes.

## TEXTO

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas divisiones a fin de hacer más claro el contenido, sobre todo en las secciones de resultados y discusión. Es probable que otro tipo de artículos —como los informes de casos, las revisiones y los editoriales— exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

### Introducción

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

### Métodos

Describe claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique los métodos, aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véanse más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

### Ética

Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en 1983. No use el nombre, las iniciales ni el número de clave hospitalaria de los pacientes, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

### Estadística

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

originales pueda verificar los resultados informados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición (por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores  $P$ , que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre diseño del estudio y métodos estadísticos serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), más bien que de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado.

Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de métodos. Cuando resuma los datos en la sección de resultados, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de los cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como “al azar” (que entraña el empleo de un método de aleatorización), “normal”, “significativo”, “correlación” y “muestra”. Defina los términos, las abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos.

### Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de los cuadros o las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

### Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los resultados y sus limitaciones, incluidas sus consecuencias para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes. Establezca el nexo de las conclusiones con los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

### AGRADECIMIENTOS

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

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

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

El reconocimiento por la ayuda técnica recibida figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

## REFERENCIAS

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata.

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

Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

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

### Artículos de revistas científicas

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

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

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

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

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

2. **Autor corporativo:**

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

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

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

4. **Artículo en idioma extranjero<sup>4</sup>:**

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

5. **Suplemento de un volumen:**

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

6. **Suplemento de un número:**

Gardos G, Cole JO, Haskell D, Marby D, Paine SS, Moore P. The natural history of tardive dyskinesia. *J Clin Psychopharmacol* 1988;8(4 Suppl):31S-37S.

7. **Parte de un volumen:**

Hanly C. Metaphysics and innateness: a psycho-analytic perspective. *Int J Psychoanal* 1988;69(Pt 3):389-99.

8. **Parte de un número:**

Edwards L, Meyskens F, Levine N. Effect of oral isotretinoin on dysplastic nevi. *J Am Acad Dermatol* 1989;20(2 Pt 1):257-60.

9. **Número sin volumen:**

Baumeister AA. Origins and control of stereotyped movements. *Monogr Am Assoc Ment Defic* 1978;(3):353-84.

10. **Sin número ni volumen:**

Danoek K. Skiing in and through the history of medicine. *Nord Medicinhist Arsb* 1982;86-100.

11. **Paginación en números romanos:**

Ronne Y. Ansvarsfall. Blodtransfusion till fel patient. *Vardfacket* 1989;13:XVI-XXVII.

12. **Indicación del tipo de artículo, según corresponda:**

Spargo PM, Manners JM. DDAVP and open heart surgery [letter]. *Anaesthesia* 1989;44:363-4.

Fuhrman SA, Joiner KA. Binding of the third component of complement C3 by *Toxoplasma gondii* [abstract]. *Clin Res* 1987;35:475A.

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

**13. Artículo que contiene una retractación:**

Shishido A. Retraction notice: Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retraction of Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. In: Jpn J Med Sci Biol 1979;32:53-65]. Jpn J Med Sci Biol 1980;33:235-7.

**14. Artículo retirado por retractación:**

Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retracted by Shishido A. In: Jpn J Med Sci Biol 1980;33:235-7]. Jpn J Med Sci Biol 1979;32:53-65.

**15. Artículo que contiene un comentario sobre otro trabajo:**

Piccoli A, Bossatti A. Early steroid therapy in IgA neuropathy: still an open question [comment]. Nephron 1989;51:289-91. Comment on: Nephron 1988;48:12-7.

**16. Artículo que ha sido comentado en otro trabajo:**

Kobayashi Y, Fujii K, Hiki Y, Tateno S, Kurokawa A, Kamiyama M. Steroid therapy in IgA nephropathy: a retrospective study in heavy proteinuric cases [see comments]. Nephron 1988;48:12-7. Comment in: Nephron 1989;51:289-91.

**17. Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas:**

Schofield A. The CAGE questionnaire and psychological health [published erratum appears in Br J Addict 1989;84:701]. Br J Addict 1988;83:761-4.

**Libros y otras monografías****18. Individuos como autores:**

Colson JH, Armour WJ. Sports injuries and their treatment. 2nd rev ed. London: S Paul, 1986.

**19. Directores o compiladores como autores:**

Diener HC, Wilkinson M, editors. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlar, 1988.

**20. Organización como autor y editor:**

Virginia Law Foundation. The medical and legal implications of AIDS. Charlottesville: The Foundation, 1987.

**21. Capítulo de libro:**

Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders, 1974:457-72.

**22. Actas de conferencias:**

Vivian VL, editor. Child abuse and neglect: a medical community response. Proceedings of the First AMA National Conference on Child Abuse and Neglect; 1984 Mar 30-31; Chicago. Chicago: American Medical Association, 1985.

**23. Artículo presentado a una conferencia:**

Harley NH. Comparing radon daughter dosimetric and risk models. In: Gammage RB, Kaye SV, editors. Indoor air and human health. Proceeding of the Seventh Life Sciences Symposium; 1984 Oct 29-31; Knoxville (TN). Chelsea (MI): Lewis, 1985:69-78.

**24. Informe científico o técnico:**

Akutsu T. Total heart replacement device. Bethesda (MD): National Institutes of Health, National Heart and Lung Institute;

1974 Apr. Report No.: NIH-NHLI-69-2185-4.

**25. Tesis doctoral:**

Youssef NM. School adjustment of children with congenital heart disease [dissertation]. Pittsburgh (PA): Univ of Pittsburgh, 1988.

**26. Patente:**

Harred JF, Knight AR, McIntyre JS, inventors. Dow Chemical Company, assignee. Epoxidation process. US patent 3,654,317. 1972 Apr 4.

**Otros trabajos publicados****27. Artículo de periódico:**

Rensberger B, Specter B. CFCs may be destroyed by natural process. The Washington Post 1989 Aug 7;Sect A:2(col 5).

**28. Material audiovisual:**

AIDSEpidemic the physician's role [videorecording]. Cleveland (OH): Academy of Medicine of Cleveland, 1987.

**29. Archivo de computadora:**

Renal system [computer program]. MS-DOS version. Edwardsville (KS): Medi-Sim, 1988.

**30. Documentos legales:**

Toxic Substances Control Act: Hearing on S776 Before the Subcomm. on the Environment of the Senate Comm. on Commerce, 94th Congr., 1st Sess. 343 (1975).

**31. Mapas:**

Scotland [topographic map]. Washington: National Geographic Society (US), 1981.

**32. Libro de la Biblia:**

Ruth 3:1-18. The Holy Bible. Authorised King James version. New York: Oxford Univ Press, 1972.

**33. Diccionarios y obras de consulta semejantes:**

Ectasia. Dorland's illustrated medical dictionary. 27th ed. Philadelphia: Saunders, 1988:527.

**34. Obras clásicas:**

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. Londond: Rex, 1973.

**Trabajos inéditos****35. En prensa:**

Lillywhite HB, Donald JA. Pulmonary blood flow regulation in an aquatic snake. Science. In press.

**CUADROS**

Mecanografía o imprima cada cuadro a doble espacio y en hoja aparte. No presente los cuadros en forma de impresiones fotográficas. Numérelos consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada uno. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, *utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica:* \*, †, ‡, §, ||, ¶, \*\*, ††, ‡‡, ...

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como

la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros.

Cerciórese de que cada cuadro sea citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde.

Incluir un número excesivo de cuadros en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántos cuadros pueden incluirse por cada millar de palabras de texto.

Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que los cuadros suplementarios que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensos para ser publicados, queden depositados en un servicio de archivo, como el National Auxiliary Publications Service (NASP) [Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares] en los Estados Unidos, o que sean proporcionados por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Sea como fuere, dichos cuadros se presentarán junto con el artículo.

## ILUSTRACIONES (FIGURAS)

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan  $127 \infty 173$  mm, sin exceder de  $203 \infty 254$  mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlas. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues se rompen y quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre el cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en éstas contrastarán claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, éstas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

En el caso de las ilustraciones en color, averigüe si la revista necesita negativos, transparencias o impresiones fotográficas. La inclusión de un diagrama en el que se indique la parte de la fotografía que debe reproducirse puede resultar útil a la redacción. Algunas revistas publican ilustraciones en color únicamente si el autor paga el costo extra.

## Pies o epígrafe de las ilustraciones

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significado de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

## UNIDADES DE MEDIDA

Las medidas de longitud, talla, peso y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Utilice únicamente abreviaturas ordinarias. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura, ésta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

## PRESENTACION DEL MANUSCRITO A LA REVISTA

Envíe por correo el número requerido de copias del manuscrito en un sobre de papel resistente; si es necesario, proteja las copias y las figuras metiéndolas entre dos hojas de cartón para evitar que las fotografías se doblen durante la manipulación postal. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de presentación que proporcione: a) información acerca de la publicación previa o duplicada, la presentación del manuscrito a otra revista o la publicación de cualquier parte del trabajo, según lo expresado en líneas arriba; b) una manifestación de las relaciones financieras o de otro tipo que pudieran desembocar en un conflicto de intereses; c) una declaración de que el manuscrito ha sido leído y aprobado por todos los autores, que se ha cumplido con los requisitos de la autoría expuestos anteriormente en el presente documento y, más aún, que cada uno de los autores cree que el manuscrito representa un trabajo honrado; y d) el nombre, la dirección y el número telefónico del autor corresponsal, quien se encargará de comunicarse con los demás autores en lo concerniente a las revisiones y a la aprobación final de las pruebas de imprenta. La carta incluirá cualquier información suplementaria que pueda resultar útil para el director, tal como el tipo de artículo que el manuscrito representa para esa revista en particular y si el autor (o los autores) estaría(n) dispuesto(s) a sufragar el costo de reproducir las ilustraciones en color.

El manuscrito se acompañará de copias de los permisos concedidos para reproducir material ya publicado, para usar ilustraciones o revelar información personal delicada sobre individuos que puedan ser identificados, o para nombrar a ciertas personas por su colaboración.

## MANUSCRITOS EN DISQUETE

Tratándose de artículos que están cercanos a la aceptación final, algunas revistas piden que los autores proporcionen los manuscritos en forma electrónica (en disquetes) y pueden aceptar una variedad de formatos de procesamiento de textos o archivos (también llamados "ficheros") de texto (ASCII).

Al presentar disquetes, los autores deben:

1. Cerciorarse de incluir un impreso de la versión del manuscrito en disquete.
2. Incluir en el disquete solamente la versión más reciente del manuscrito.
3. Poner muy claramente el nombre del archivo.
4. Rotular el disquete con el formato y el nombre del archivo.
5. Facilitar información sobre el software y el hardware empleados.

En las instrucciones de la revista dirigidas a los autores, éstos deben consultar cuáles son los formatos que se aceptan, las convenciones para denominar los archivos y disquetes, el número de copias que han de enviarse, y otros detalles del caso.

### Revistas participantes

Las revistas que han notificado al Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas su disposición a que se les envíen manuscritos preparados de conformidad con las versiones anteriores de los Requisitos uniformes del Comité mencionan este hecho en sus instrucciones a los autores. La lista completa de ellas puede solicitarse a la Oficina de la Secretaría en *Annals of Internal Medicine*.



# 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.



**Artes Finales:** Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 993.81.43

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 285.55.29

**Impresión:** Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos (02) 62.24.85 - 62.87.30



# **SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)**

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Presidente	Dr. 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

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

#### Nutrición Humana

Hábitos alimentarios de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989 ..... 183  
Julia Hazbun Came, Rodolfo Ivanovic Marincoovich, María Cristina Durán Santana, Daniza Ivanovic Marincoovich

Estado nutricional y composición corporal de un grupo de adultos mayores no institucionalizados del Estado Zulia, Venezuela ..... 190  
Luis Falque-Madrú, María P. Piñero-Corredor, Nelly Zambrano de Rodríguez, Jorge Quintero, Aida Souki de Gabarrón, Nelly Arias-Marquez

Consumo de alimentos y variables bioquímicas: reflejo del estado metabólico y nutricional en un grupo de adultos mayores de vida libre en Venezuela ..... 196  
Nelly Zambrano, Jorge Quintero, Luis Falque, Aída Souki, Nelly Arias, María Piñero

#### Bioquímica Nutricional

Niveles séricos de prealbúmina en niños desnutridos y controles con y sin infección clínica asociada ..... 203  
Inés Malave, María A. Vethencourt, Moravia Pirela, Raimundo Cordero, Leslie Baute, Manuel Acuña, Paulino Sousa

Efectos de la densidad energética y del nivel de grasa de las fórmulas lácteas sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía en preescolares ..... 210  
Gloria Vera, Marcela Alviña W, Nelly Pak D, Juan Carlos Sola, Carlos Díaz, Héctor Araya L

#### Nutrición Experimental

Interaction of zinc and vitamin A in rats receiving a regional diet of Manaus, Amazonas, Brazil. Effect of supplementation with vitamin A, zinc and zinc and vitamin A ..... 216  
Lucia K.O. Yuyama y Silvia M.F. Cozzolino

Chemical and nutritional assessment of heifers omasum flour ..... 221  
Silvia Fernández, J. Cid, Mirta L. de Arellano, G.A. de Hauria, J. Lucio, Sara L. de Mucciarelli

#### Ciencia de Alimentos

Comportamiento reológico de concentrados de tomate: efecto de la temperatura y la concentración ..... 224  
José A. Barreiro M., Aleida J. Sandeval B., Anelena Guédez, Yanina Luciani

Caracterización sensorial del hudin de lupino utilizando la metodología superficie respuesta ..... 230  
Mario Villarroel, Edith Biolley, Horacio Miranda, Emma Wittig, Marcelo Catalán

Caracterización química, sensorial y clínica de mermelada de lupino ..... 234  
Mario Villarroel, Edith Biolley, Gladys Larenas, Emma Wittig, Verónica Díaz, Yolanda Muñoz

Isolation and in vitro hydrolysis of lentil protein fractions by trypsin ..... 238  
Valdir A. Neves, Euclides J. Lourenço and Maraiza A. da Silva

#### Nutrición Animal

Pigmentation of Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) using Aztec marigold (*Tagetes erecta*) extracts as the carotenoid source ..... 243  
E.J. Vernon-Carter, J.T. Ponce Palafox, R. Pedroza-Islas

#### LatinFoods. Composición de Alimentos

Reevaluación del contenido de hierro en algunos alimentos mexicanos ..... 247  
Josefina Morales de León, Héctor Bourges, Rocío Rullán, Mary Carmen Castillo, Carmen Graciela Uribe

Contenido de nutrientes minerales en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas II: Composición en elementos minerales ..... 250  
Sara Josefina Ciosa, María C. de Landeta, Daniel A. Andérica, Daniel O. Larroquette, Blanca Alzogaray

Relaciones entre la composición nutricional y parámetros anatómicos en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) ..... 253  
Teresa Elizabeth Torres Cepeda, María Guadalupe Alanís Guzmán, Ratikanta Maiti

NUEVOS LIBROS ..... 260

INFORMACION PARA LOS AUTORES ..... 261