

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 52

DICIEMBRE 2002

Nº 4

---

## Contenido

### ARTICULOS GENERALES

#### The importance of dietary carbohydrates

Claudia P. Sánchez-Castillo, Geoffrey J. Hudson, Hans N. Englyst, Peter Dewey and W. Philip T. James ..... 321

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

#### Nutrición Humana

#### Deficiencia de hierro y anemia en mujeres embarazadas en Chaco, Argentina

María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli, Graciela Falivene, Fernando E. Viteri ..... 336

#### Nutrición Experimental

#### Consumo de ácido ascórbico y niveles séricos en hombres adultos fumadores y no fumadores de la CD. de Hermosillo, Sonora, México

Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt, Javier Saavedra, Alicia Ornelas ..... 344

#### Diets desequilibradas en niños preescolares: estudio en un jardín integral de la provincia de Buenos Aires, Argentina

Patricia N. Rodríguez, Susana N. Zeni, Cristina E. Suárez, Andres G. Ferreira Monteiro, María Luz Pita Martín de Portela Silvia M. Friedman y Fima Lifshitz ..... 348

## Bioquímica Nutricional

<b>Estudio comparativo de la utilización biológica de <math>\beta</math>-caroteno sintético y de fuentes naturales en ratas</b> Cesar Mauricio Baracaldo Barrera, Camilo Rozo y Lucía Castro de Navarro.....	355
---	-----

## Consumo de Alimentos

<b>Hábitos de consumo de productos apícolas en un colectivo de ancianos</b> M <sup>a</sup> .T. Orzáez Villanueva, A. De Frutos Prieto, M. Téllez González, y G. Blázquez Abellán .....	362
---	-----

<b>Ingesta alimentaria en escolares chilenos de procedencia indígena y no indígena de diferente vulnerabilidad social</b> Vanessa García, Hugo Amigo, Patricia Bustos .....	368
--	-----

## Microbiología de Alimentos

<b>Evaluación de la actividad de cultivos probióticos sobre <i>Listeria monocytogenes</i> durante la producción y almacenamiento de yogur</b> Darling Berrocal, María Laura Arias, Marjorie Henderson y Eric Wong .....	375
--	-----

## Ciencia de Alimentos

<b>Adaptabilidad de granos de híbridos de maíz super dulce sh2 al procesamiento industrial. II Enlatado</b> Ligia Ortiz de Bertorelli, Frank De Venanzi, Braunnier Alfonso y Candelario Camacho.....	381
---	-----

## Tecnología de Alimentos

<b>Uso de fibra dietética de nopal en la formulación de un polvo para flan</b> Carmen Sáenz, Elena Sepúlveda, Nelly Pak, Ximena Vallejos .....	387
---	-----

## LatinFoods. Composición de Alimentos

<b>Caracterización químico nutricional del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i></b> Mario Villarroel, Edith Biolley, Enrique Yáñez, Rosario Peralta .....	393
--	-----

<b>Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental</b> Silvia Carrillo Domínguez, Margarita Casas Valdez, Felipe Ramos Ramos, Fernando Pérez-Gil, Ignacio Sánchez Rodríguez .....	400
--	-----

<b>Concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio en leche materna y fórmulas de inicio</b> E.M. Rodríguez Rodríguez, M. Sanz Alaejos y C. Díaz Romero .....	406
---	-----

<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES .....</b>	413
---	-----

<b>INDICE GENERAL DEL VOL. 52, 2002 .....</b>	420
---	-----

<b>INDICE DE AUTORES .....</b>	424
--------------------------------	-----

<b>INDICE DE MATERIAS .....</b>	431
---------------------------------	-----

**FUNDACION BENGUA**  
*Para la Alimentación y Nutrición*  
**CENTRO DE DOCUMENTACION**

# **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

**Official Publication of the  
Latin American Society of Nutrition**

---

**VOL 52**

**DECEMBER 2002**

**Nº 4**

---

## **Contents**

	<b>Pages</b>
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
<b>The importance of dietary carbohydrates</b> Claudia P. Sánchez-Castillo, Geoffrey J. Hudson, Hans N. Englyst, Peter Dewey and W. Philip T. James .....	321
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>Human Nutrition</b>	
<b>Iron deficiency and anemia in pregnant women from Chaco, Argentina</b> María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli, Graciela Falivene, Fernando E. Viteri .....	336
<b>Experimental Nutrition</b>	
<b>Serum and dietary ascorbic acid levels in smokers and non-smokers in Hermosillo, Sonora, México</b> Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt, Javier Saavedra, Alicia Ornelas .....	344
<b>Imbalance diets: Study in children age 2 to 5 years attending a day-care center in the Province of Buenos Aires, Argentina</b> Patricia N. Rodríguez, Susana N. Zeni, Cristina E. Suárez, Andres G. Ferreira Monteiro, María Luz Pita Martín de Portela Silvia M. Friedman y Fima Lifshitz .....	348

## Nutritional Biochemistry

- Comparative study of the biological utilization of  $\beta$ -carotene from synthetic and natural sources in rats**  
Cesar Mauricio Baracaldo Barrera, Camilo Rozo and Lucía Castro de Navarro ..... 355

## Food Consumption

- Consumption habits of apiary products in an elder collective**  
M<sup>a</sup>.T. Orzáez Villanueva, A. De Frutos Prieto, M. Téllez González, and G. Blázquez Abellán ..... 362

- Food intake in indigenous and non-indigenous Chilean schoolchildren by socio-economical status**  
Vanessa García, Hugo Amigo, Patricia Bustos ..... 368

## Food Microbiology

- Evaluation of the effect of probiotic cultures over *Listeria monocytogenes* during the production and storage of yogurt**  
Darling Berrocal, María Laura Arias, Marjorie Henderson and Eric Wong ..... 375

## Food Science

- Super sweet corn adaptability for industrial canning process**  
Ligia Ortiz de Bertorelli, Frank De Venanzi, Braunnier Alfonzo and Candelario Camacho ..... 381

## Food Technology

- Use of nopal dietary fiber in a powder dessert formulation**  
Carmen Sáenz, Elena Sepúlveda, Nelly Pak, Ximena Vallejos ..... 387

## LatinFoods. Food Composition

- Chemical characterization of the moss *Sphagnum magellanicum***  
Mario Villarroel, Edith Biolley, Enrique Yáñez, Rosario Peralta ..... 393

- Marine algae of Baja California Sur, México: Nutritional value**  
Silvia Carrillo Domínguez, Margarita Casas Valdez, Felipe Ramos Ramos, Fernando Pérez-Gil,  
Ignacio Sánchez Rodríguez ..... 400

- Concentrations of calcium, magnesium, sodium and potassium in human milk and infant formulas**  
E.M. Rodríguez Rodríguez, M. Sanz Alaejos and C. Díaz Romero ..... 406

- INFORMATION FOR AUTHORS** ..... 413

- GENERAL INDEX OF VOLUMEN 52, 2002** ..... 420

- AUTHOR INDEX** ..... 424

- SUBJECT INDEX** ..... 431

## The importance of dietary carbohydrates

Claudia P. Sánchez-Castillo, Geoffrey J. Hudson, Hans N. Englyst, Peter Dewey and W. Philip T. James

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Mexico D.F., MRC Dunn Clinical Nutrition Centre, Cambridge UK, The Rowett Research Institute, UK

**SUMMARY.** Forty years ago carbohydrates (CHO) were regarded as a simple energy source whereas they are now recognized as important food components. The human diet contains a wide range of CHO, the vast majority of which are of plant origin. Modern techniques based on chemical classification of dietary CHO replaced the traditional "by difference" measurement. They provide a logical basis for grouping into categories of specific nutritional importance. The physiological effects of dietary CHO are highly dependent on the rate and extent of digestion and absorption in the small intestine and fermentation in the large intestine, interactions which promote human health. Current knowledge of the fate of dietary CHO means that the potentially undesirable properties of many modern foods could be altered by using processing techniques that yield foods with more intact plant cell wall structures. Such products would more closely resemble the foods in the pre-agriculture diet with respect to the rate of digestion and absorption of CHO in the small intestine. The potentially detrimental physiological consequences of eating sugars and starch that are rapidly digested and absorbed in the small intestine suggest that, as fibre, the form, as well as the amount of starch should be considered. Increasing consumer awareness of the relationship between diet and health has led to demands for more widespread nutrition labelling. The entry "carbohydrate" is required in most countries, and the value is usually obtained "by difference" and used in the calculation of energy content. However, the value provides no nutritional information *per se*. Food labels should provide values that aid consumers in selecting a healthy diet.

**Key words:** Carbohydrates, classification, health, food labelling.

**RESUMEN. Importancia de los hidratos de carbono.** Hace 40 años los hidratos de carbono (HC) eran considerados como simple fuente de energía. Ahora se reconocen como componentes importantes de alimentos. La dieta humana contiene una amplia variedad de HC de los cuales la gran mayoría proviene de plantas. Las técnicas modernas basadas en clasificación química de HC han sustituido la medición tradicional «por diferencia» y proporcionan una base lógica para agrupar en categorías específicas de importancia nutricia. Los efectos fisiológicos de los HC de la dieta dependen en gran medida de la tasa y grado de digestión y absorción en el intestino delgado, así como de su fermentación en el intestino grueso. Estas interacciones promueven la salud. El conocimiento actual del destino de los HC de la dieta significa que los propiedades potencialmente indeseables de muchos alimentos modernos pudieran ser alteradas utilizando técnicas de procesamiento que den lugar a alimentos con estructuras de paredes celulares más intactas. Estos productos se asemejarían más, con respecto a las tasas de digestión y absorción de los HC en el intestino delgado, a los alimentos que se utilizaban antes que surgiera la agricultura. Las consecuencias fisiológicas potencialmente nocivas de ingerir azúcares y almidones que son digeridos y absorbidos rápidamente en el intestino delgado, sugiere que, de manera similar a la fibra, deben considerarse tanto su forma como la cantidad de almidón. La conciencia cada vez mayor del consumidor de la relación entre dieta y salud, ha motivado una demanda cada vez más insistente de información nutricia en el etiquetado de alimentos. En la mayoría de los países se introduce en la etiqueta el término «carbohidratos», y este valor usualmente se obtiene «por diferencia» y se utiliza en el cálculo del contenido de energía. Este valor, sin embargo, no proporciona información nutricia *per se*. Las etiquetas en alimentos deben proporcionar valores que ayuden a los consumidores a seleccionar una dieta saludable.

**Palabras clave:** Hidratos de carbono, clasificación, salud, etiquetado alimentos.

### INTRODUCTION

Starchy foods are the world's most abundant staples and the nutritional value of these foods is of great importance to health. The human digestive system is evolutionarily adapted to cope with the Hunter-Gatherer diet that prevailed until about 10,000 years ago. In comparison with the modern 'Western' diet, the Hunter-Gatherer diet contained far less fat and far more plant cell walls (dietary fiber). Starch in the

Hunter-Gatherer diet was derived mainly from roots, beans, fruits and tubers; cereal grains were not a major component of this diet. The natural encapsulation of starch and sugars within undamaged plant cell walls in the raw or lightly processed foods typical of the Hunter-Gatherer diet slows the rate of digestion, resulting in a sustained release of glucose. Modern starchy food products are, however, mainly cereal-based and often finely milled, so that the plant cell walls are disrupted; furthermore the starch is often fully

gelatinized during processing. Thus the release of starch from within the cell walls, which may be removed during refining, and the gelatinization of the starch leads to rapid digestion and absorption of the starch in the small intestine, contrary to the fate of the starch in the Hunter-Gatherer diet. There are strong indications that the large amounts of rapidly available glucose derived from starch and free sugars in the modern diet, in combination with the consumption of discrete meals, lead to periodic elevated levels of plasma glucose and insulin. These could prove to be detrimental to health and enhance the risk of such diseases as diabetes, coronary heart disease and cancer.

The time-scale of dietary change is too short for there to have been any significant evolutionary adaptation of the human gut to the cereal-based diets introduced during the Agricultural Revolution 8-10,000 years ago and certainly not to the highly processed foods in the modern diet. However, current knowledge of the fate of dietary starch means that the potentially undesirable properties of many modern starchy foods can be changed by altering the food processing techniques to yield foods with a reduced rate of starch digestion in the small intestine. Such products would then more closely resemble the foods in the Hunter-Gatherer diet with respect to the rate of digestion of starch.

National dietary guidelines for 'Western' countries are consistent in their recommendations to increase intakes of dietary fiber and starch, and to decrease intakes of salt, fat and sugar with a moderation in red meat consumption becoming a commoner feature of recommendations. The advice to "Eat more dietary fiber in the form of fruits, vegetables, legumes, seeds and whole-grain cereals and not as fiber supplements" is based on the evidence (largely epidemiological) that a high-fiber, high-carbohydrate, low-fat diet is associated with lower prevalences of the so-called 'Western diseases' or the 'diseases of affluence', which constitute an ever-growing list and include obesity, type II diabetes, coronary heart disease, hypertension, hyperlipidemia, constipation, diverticulitis and a range of cancers. The advice to increase consumption of carbohydrates such as starch is widely accepted, but an issue arises as to whether all carbohydrates are of equivalent value and whether there are specific benefits of particular carbohydrates in addition to their acting as a source of energy and as a safer alternative to fat. Viewing carbohydrates as simply a reasonable substitute for fat has been favored by many physicians and nutritionists, especially in the United States, where the carbohydrate content of foods is still expressed as the calculated difference in weight of ingredients once fats, proteins and minerals have been subtracted from the dry weight of a food.

This paper focuses on the importance of dietary carbohydrates, including their classification, measurement,

absorbability, the links to health-promoting effects and the implications for national and international dietary guidelines. The effects of food processing on dietary carbohydrates and their documentation in food tables are also considered, together with labeling issues.

### **Classification of food carbohydrates**

The wide range of carbohydrates, mostly of plant origin, in the human diet has very varied physiological effects and it is therefore essential to know both the amounts and the types of carbohydrates in foods if we are to understand the food-related mechanisms that link dietary carbohydrates and health.

We advocate a scheme in which dietary carbohydrates are divided into the three major categories of free sugars, short-chain carbohydrates and polysaccharides. The polysaccharides may then be divided into starch and non-starch polysaccharides, and further divided to reflect nutritional properties (Table 1). Division of the carbohydrates into the three main groups relates to their degree of polymerization (DP), i.e. the number of monosaccharide units joined together: (i) the monosaccharides; (ii) the oligosaccharides, with DP values of two to about ten; (iii) the polysaccharides, i.e. those carbohydrates with DP values greater than about ten (1,2).

#### **I. Free Sugars**

##### **Monosaccharides**

Free glucose occurs in small amounts in fruits and vegetables, particularly grapes and onions, and, with fructose, is one of the main constituents of honey. Glucose is also manufactured from starch and sold commercially in a number of proprietary preparations. These have no advantage over sucrose as a routine source of energy for normal people, but may be useful in special high-energy drinks consumed by athletes during competitions.

Fructose is present as a free sugar in fruits, vegetables and honey. Fructose is present in invert sugar, a syrup made from sucrose, and is used extensively in the food industry. Other monosaccharides, including arabinose, xylose, mannose and glucose are present as free sugars in many plant foods but are quantitatively insignificant.

##### **Disaccharides**

Sucrose, a disaccharide of glucose and fructose (1-*O*- $\alpha$ -D-glucopyranosyl- $\beta$ -D-fructofuranoside) is extracted commercially from sugar beet and sugar cane. Table sugar is 99% sucrose and is the major dietary source of this disaccharide, although it is present naturally in many fruits and vegetables. Sucrose is readily hydrolyzed by acids and by the enzyme sucrase in the brush border of the human small intestine into glucose and fructose.

TABLE 1  
Classification of the carbohydrates in plant foods

Class/Components	Comments
<b>Free Sugars</b> Mono- and disaccharides and their alcohols	Physiological response depends on identity and rate of release. Free glucose + glucose from sucrose = FSG <sup>1</sup>
<b>Short-Chain Carbohydrates</b> Maltodextrins Measured as rapidly digestible starch (RDS <sup>2</sup> )	
Resistant short-chain carbohydrates (Non-digestible oligosaccharides)	Fermented in the large bowel and may stimulate growth of bifidobacteria
<b>Starch</b> Rapidly digestible starch (RDS)	RDS + rapidly released FSG = RAG <sup>3</sup>
Slowly digestible starch (SDS <sup>4</sup> )	SDS + slowly released FSG = SAG <sup>5</sup>
Resistant starch (RS <sup>6</sup> )	Escapes digestion in the small intestine.
<b>Non-Starch Polysaccharides (NSP<sup>7</sup>)</b> Plant cell-wall NSP	Encapsulate and slow absorption of other nutrients. Marker for naturally high-fibre diets for which health benefits have been shown Fermented in the large bowel to different extents
Other NSP	Food additives. Minor components of the human diet Fermented in the large bowel to different extents

<sup>1</sup> FSG, free-sugar glucose; <sup>2</sup> RDS, rapidly digestible starch; <sup>3</sup> RAG, rapidly available glucose; <sup>4</sup> SDS, slowly digestible starch; <sup>5</sup> SAG, slowly available glucose; <sup>6</sup> RS, resistant starch; <sup>7</sup> NSP, non-starch polysaccharides. (1,2).

Lactose is a disaccharide of glucose and galactose (4-*O*- $\beta$ -D-galactopyranosyl-D-glucopyranose) that is found naturally only in milk and milk products. During childhood, lactose is hydrolyzed readily by the enzyme lactase; however, many ethnic groups lose the ability to produce lactase in adulthood, a condition known as lactose intolerance.

Maltose, a disaccharide of glucose (4-*O*- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-D-glucopyranose), is a product of the hydrolysis of starch. It is present in malted (sprouted) wheat and barley, from which malt extract is produced commercially for use in brewing and the manufacture of malted foods.

Trehalose, a disaccharide of glucose (1-*O*- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-D-glucopyranose), is known also as the mushroom sugar, since it constitutes up to 15% of the dry matter of mushrooms. Trehalose is also present in insects. The fact that humans possess the enzyme trehalase suggests that fungi and insects were much more important foods for our ancestors than they are for us now.

### Sugar alcohols

Sugar alcohols, or polyols, occur naturally and are prepared commercially. They are used in large quantities by the food industry as sweeteners. Unlike sucrose, the sugar alcohols are not digested by oral bacteria and are therefore non-cariogenic. Sugar alcohols are not digested or absorbed in the human small intestine but are fermented by the microflora in the large intestine.

D-Glucitol is known also as sorbitol, since it occurs in fruits, such as cherries, of the genus *Sorbus*. The large quantities used in food manufacturing are produced by the hydrogenation of glucose. Sorbitol is used as a sweetener and as a humectant in many types of products. Sorbitol is very stable, can withstand high temperature and does not participate in Maillard (browning) reactions.

Xylitol, the sweetest polyol known, occurs naturally in many fruits and vegetables and is prepared commercially from hardwood trees. Xylitol is widely used as a non-

cariogenic bulking agent and sweetener in chewing gum, pharmaceuticals and oral health products.

Lactitol is produced by reducing the glucose part of the disaccharide lactose. It is used commercially as a bulking agent and sweetener in a variety of low-calorie, low-fat foods such as ice cream, chocolate, chewing gum and baked goods.

Isomalt, a derivative of sucrose, is used as a non-cariogenic, low-calorie alternative to sucrose in many products, e.g. ice cream, chewing gum, baked goods, fruit spreads and beverages.

## II. Short-Chain Carbohydrates (SCC)

Short-chain carbohydrates (SCC) is a category that has been introduced to include the dietary carbohydrates other than free sugars that are soluble in 80% ethanol under prescribed conditions. This diverse category includes: (i) naturally occurring oligosaccharides, such as raffinose, stachyose and verbascose; (ii) small polysaccharides, such as inulin and other fructans. The fructans consist of chains of fructose residues, often terminating in a single glucose molecule, with DP ranging from 3 to 50, depending on the source. Shorter fructans predominate in cereals, whereas Jerusalem artichokes contain a larger proportion of inulin, a fructan with DP of about 35–50. Other sources of inulin are onions, garlic and asparagus.

(iii) Semi-synthetic and synthetic species. The latter includes Polydextrose (3) and a range of fructo-oligosaccharides. The resistant SCC (RSCC), are the SCC other than the maltodextrins, which are not susceptible to hydrolysis by endogenous enzymes but may be fermented by the microflora in the large intestine. Fructo-oligosaccharides, inulin and some other RSCC have been shown to stimulate selectively the growth of bifidobacteria; this is potentially beneficial to health.

## III: Starch

Starch is the main storage polysaccharide of plants and is found in considerable amounts in dietary staples, such as cereal grains, potatoes and plantains. Starch is quantitatively the major carbohydrate in the human diet. Starch consists of two types of polysaccharide; amylose has a molecular mass of  $10^3$  to  $5 \times 10^5$  Da and is a long, virtually unbranched chain of glucose units with  $\alpha(1\rightarrow4)$  linkages. Amylopectin is much larger (up to  $10^6$  Da) and is a highly branched polymer with 15 to 30  $\alpha(1\rightarrow4)$  linked glucose units in each branch, the branches being joined by  $\alpha(1\rightarrow6)$  linkages. The majority of starches contain between 15 and 35% amylose but the relative amounts of amylose and amylopectin vary widely among different plant sources, from 2% amylose in waxy corn starch to 80% amylose in high-amylose corn starch.

Starch is stored within the plant cells in the form of water-insoluble granules, which have shapes characteristic of each species. The amylose and amylopectin chains in the granules

have a semi-crystalline structure, which retards their digestion by pancreatic amylase. When starch granules are heated in the presence of water, the crystalline structure is disrupted and the polysaccharide chains take up a random conformation, causing swelling of the starch granules (gelatinization). The starch is then readily accessible to digestive enzymes. On cooling, the gelatinized starch begins a process of recrystallization known as retrogradation. This occurs very rapidly for amylose, while the retrogradation of amylopectin, known to be responsible for the staling of bread, takes place over several days.

Because of the nature of the linkages between the glucose units, all dietary starch (including maltodextrins) is potentially degradable by the action of  $\alpha$ -amylase. However, certain factors can reduce the rate at which starch is hydrolyzed and absorbed *in vivo*, thus delaying the appearance of glucose in blood after a meal. The magnitude of the rise in blood glucose after feeding one of these carbohydrate fractions is termed the glycemic response. For some foods, hydrolysis is hindered to such an extent that some starch passes into the colon.

### Rapidly Digestible Starch (RDS)

As the name suggests, RDS is rapidly and completely digested and absorbed in the small intestine. RDS consists mainly of amorphous and dispersed starch and occurs typically in starchy foods that have been cooked by moist heat, e.g. bread and potatoes, where the starch is fully gelatinized.

### Slowly Digestible Starch (SDS)

SDS, like RDS, is completely digested in the small intestine, but more slowly. This category includes starch that is poorly accessible to enzymes, such as a portion of that in milled grains and seeds, and in foods with a dense structure, e.g. pasta, and a high proportion of the granular starch in raw foods.

### Resistant Starch (RS)

RS is defined as the starch (and starch degradation products) that escapes digestion in the small intestine and becomes available for fermentation by the microflora in the small intestine (4–6). RS may be measured as a single fraction of starch or subdivided into  $RS_1$ ,  $RS_2$  and  $RS_3$ . Physically inaccessible starch, which may be found in whole or partly milled grains and seeds, and in some very dense types of processed starchy foods, e.g. pasta, is termed  $RS_1$ . Starch that escapes digestion in the small intestine because the granules in, for example, raw potato and banana, are intrinsically highly resistant to hydrolysis by pancreatic amylase is termed  $RS_2$ . The third category,  $RS_3$ , is mainly retrograded amylose formed during the cooling and retrogradation of gelatinized starch. Most moist-heated,

starchy foods will therefore contain some RS<sub>3</sub> after cooling. The proportion of RDS, SDS and RS varies between foods (Table 2), depending partly on the source of starch, but largely on the type and extent of processing the food has undergone. The amounts and type of starch in foods are of great importance to health (see later).

TABLE 2  
Starch fractions and RAG content of some starchy foods  
(g/100g as eaten)

Food	TS	RDS	SDS	RS	RAG
<b>Cereals</b>					
Pearled barley	17.1	8.0	7.0	2.1	9
Sweetcorn	17.1	15.4	1.4	0.3	18
<b>Bread</b>					
Wheat white	41.7	37.4	3.7	0.6	42
Wheat wholemeal	35.0	32.1	1.4	1.5	36
<b>Biscuits</b>					
Digestive	46.5	32.0	12.6	1.9	44
Oatmeal	55.9	48.8	6.2	0.9	55
<b>Breakfast cereals</b>					
All Bran	22.2	20.6	0.5	1.1	35
Oat bran	45.8	31.2	13.6	1.0	36
Porridge Oats	13.0	9.9	3.1	0.1	11
Rice Krispies	69.8	65.6	1.7	2.5	80
Weetabix	57.0	56.8	1.0	0.0	65
<b>Rice</b>					
Brown - long grain	23.8	14.6	9.2	0.0	16
White - long grain	23.0	17.4	5.6	0.0	19
<b>Pasta</b>					
Macaroni	26.2	13.4	12.0	0.8	15
White spaghetti	23.5	13.5	9.0	1.0	15
<b>Legumes</b>					
Butter beans	11.4	9.4	0.8	1.2	11
Chickpea	16.4	5.1	8.8	2.5	6
Frozen peas	7.2	4.1	1.0	2.1	6
Haricot beans	18.2	4.1	5.8	8.3	5
Red lentils	15.8	7.3	6.1	2.4	8
<b>Tubers</b>					
Instant potato	12.7	10.9	1.1	0.8	12
Potato	16.0	15.2	0.7	0.1	17
Potato crisps	50.0	42.7	2.8	4.5	48
Sweet potato	9.3	7.5	0.8	1.1	11
Yam	16.8	14.3	0.4	2.1	18

TS, total starch; RDS, rapidly digestible starch; SDS, slowly digestible starch; RS, resistant starch; RAG, rapidly available glucose. (21).

#### IV. Rapidly Available Glucose (RAG)

RAG is defined and measured as the sum of free sugar glucose and RDS. The considerable amounts of RAG in many modern processed foods result in periodic high blood glucose and insulin levels, which are both associated with a range of chronic diseases, including diabetes, coronary heart disease and cancer. The *in vitro* measured RAG and the *in vivo* assessed glycemic index (GI) (7) are highly correlated so these two measures are complementary tools which now can be suggested as potentially important indices of the carbohydrate links with human health.

#### V. Slowly Available Glucose (SAG)

SAG can be measured *in vitro* as the increase in glucose between 20 and 120 minutes of incubation with an enzyme mixture of invertase (to hydrolyze sucrose), pancreatic alpha-amylase and amyloglucosidase (8). RAG and SAG together represent all the glucose in a food that is likely to be available for absorption in the small intestine. RAG values for starchy foods have been shown to be highly correlated with average glycemic response. By inference, SAG values are likely to reflect the amount of glucose that will be more slowly absorbed, although direct measurements of slow glucose absorption *in vivo* are technically difficult. In practice, SAG and SDS values are identical, because free-sugar (FSG) values are included in RAG values for pragmatic reasons. In principle, however, RAG and SAG values are independent of the source of glucose; e.g. sugars and starch trapped within cell walls or a dense food matrix may be released and thus absorbed slowly. They could both therefore, at least in theory, contribute to SAG values. However, *in vitro* measurement techniques are not yet sufficiently sophisticated to separate the contributions of FSG and starch to SAG values.

#### VI. Non-Starch Polysaccharides (NSP)

Non-starch polysaccharides (NSP) consist of the polysaccharides other than starch that are insoluble in 80% ethanol under prescribed conditions (Table 1). In relation to human nutrition, the principal NSP are those that comprise approximately 90% (9) of plant cell walls (dietary fiber; see later).

Plant NSP may be separated into cellulose ( $\beta(1-4)$  glucan) and non-cellulosic polysaccharides, which are a very heterogeneous group whose main constituent sugars are arabinose, xylose, mannose, galactose, glucose and uronic acids. Table 3 shows the NSP content and composition (10,11) of four different types of food. The spectrum of the constituent sugars is characteristic for various types of plant NSP and may indicate the origin of the NSP measured. The values for wholemeal bread are characterized by high levels of insoluble NSP in the form of cellulose (measured as insoluble NSP) and arabinoxylans. Wheat NSP are slowly and incompletely

fermented (12) and are able to bind considerable amounts of water, thus serving to increase fecal bulk. Compared to wheat products, oats contain a greater proportion of soluble NSP, the main fraction of which is a  $\beta$ -glucan measured as soluble NSP glucose. Apples and carrots are typical of fruits and vegetables in general in having high levels of soluble NSP.

The main NSP fraction of these foods is pectin, which is measured as soluble NSP uronic acids. Cereal products usually contain more xylose than arabinose and this is mostly in the soluble fraction. High values for uronic acids in measured overall NSP intakes indicate a diet rich in fruits and vegetables.

TABLE 3  
NSP constituent sugars (g/100g dry matter)

Sample	NSP		NSP constituent sugars							
		(% DM)	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	Uac
Wholemeal bread	Sol	2.3	–	–	0.7	0.8	0.1	0.2	0.4	0.1
	Ins	6.9	–	–	1.8	2.7	0.1	0.1	2.0	0.2
	Tot	9.2	–	–	2.5	3.5	0.2	0.3	2.4	0.3
Oats	Sol	4.0	–	–	0.2	0.2	–	0.1	3.4	0.1
	Ins	3.1	–	–	0.7	1.0	0.1	0.1	1.1	0.1
	Tot	7.1	–	–	0.9	1.2	0.1	0.2	4.5	0.2
Apple	Sol	5.8	0.2	0.1	1.2	0.1	–	0.3	0.1	3.8
	Ins	7.5	0.1	0.1	0.9	0.7	0.3	0.6	4.5	0.3
	Tot	13.3	0.3	0.2	2.1	0.8	0.3	0.9	4.6	4.1
Carrot	Sol	11.4	0.7	–	1.7	–	0.1	3.0	–	5.9
	Ins	8.1	–	–	0.3	0.3	0.3	0.4	6.5	0.3
	Tot	19.5	0.7	–	2.0	0.3	0.4	3.4	6.5	6.2

DM, dry matter; Rha, rhamnose; Fuc, fucose; Ara, arabinose; Xyl, xylose; Man, mannose; Gal, galactose; Glc, glucose, UAc, uronic acids. (10,11)

Plant cell walls are composed largely (~90%) of NSP, and measurement of NSP values in unrefined plant foods provides a reliable index of dietary fiber (13).

The NSP, such as the gum mucilages that are not part of the plant cell wall, occurs naturally in only small amounts in most plant foods. Isolated non-cell wall NSP are used in food additives for their structural properties.

### Dietary fiber

National guidelines recommend that dietary fiber is obtained naturally in the form of fruits, vegetables and whole-grain cereal products, where the encapsulation of starch and sugars by plant cell walls ensures their slow digestion and absorption. The beneficial effects of a true high-fiber diet, which is naturally low in fat and rich in both minerals and antioxidants, are related to many properties. 'Fiber supplements', such as wheat bran or guar gum, cannot restore these properties to refined plant foods and their use is discouraged in most guidelines. Foods labeled with their fiber content, when this is based on the measurement of plant cell wall non-starch polysaccharides (NSP), aid the consumer in the choice of a true high fiber diet for which health benefits are many (14).

### Methods of measurement of dietary carbohydrates

The measurement of chemically distinct categories of molecular species must be the cornerstone of all analyses (15). Values for a defined molecular species or class of species do not become obsolete and may be combined in various ways for different purposes. This demands a chemical classification, which at the first level may be related to atomic species and chemical bonds: this is the basis for the division of organic materials into fats, proteins, carbohydrates, etc. Subdivision of these major categories at the second level must take into account molecular species, chemical bonds and physical properties. Classification at a third level may then address nutritional and physiological properties.

Details of methods available for the specific measurement of carbohydrate fractions are provided in the Appendix.

### I. Measurements of sugars, short-chain carbohydrates, starch and NSP

All the free monosaccharides and disaccharides in food may be measured directly by standard techniques.

The Cambridge group has developed *in vitro* methodology for the measurement of total SCC (unpublished)

and for the measurement of the RSCC, with the option to measure the fructans separately (16).

## II. Measurement of starch, rapidly available glucose and slowly available glucose

The physical characteristics of starchy foods will influence the fate of the starch they contain; some starch may escape digestion and absorption in the human small intestine. The physical form of starch itself may influence the rate and extent to which it is digested. The starch in bananas and raw potatoes is present as granules that are largely resistant to enzymatic hydrolysis, but when this starch is gelatinized by cooking it is rapidly digestible. Starch that has been gelatinized during cooking may retrograde upon cooling to a form that is not hydrolyzed by  $\alpha$ -amylase. The fate of starch in the gut is influenced also by a number of host factors in addition to the physical characteristics of the food or starch. These include the extent to which food is chewed, the amount of pancreatic amylase available and transit time through the small intestine. These factors are highly variable both within and between individuals, and any *in vitro* analytical scheme that attempts to produce an index of absorbability will, at best produce an estimate of the average fate of starch in the gut. The term resistant starch (RS) refers to the sum of starch and starch degradation products that pass into the large intestine (4,5), which makes the distinction between starch that is hydrolyzed and the products absorbed in the human small intestine (the sum of RDS and SDS) and starch that reaches the human large intestine either intact or partly hydrolyzed (RS). The term RS has become widely accepted and the *in vitro* measurement technique was tuned to yield the average of values obtained for individual foods in studies using ileostomy subjects (17-19). The method provides reliable values for mixed meals (20). The likely rate and extent of the starch digestion and absorption has been incorporated into a classification scheme for nutritionally important starch fractions (21-23), and an analytical scheme for the measurement *in vitro* has been developed (8).

Given their potential importance, an overview of the methodology for distinguishing these fractions is important. Foods that are normally eaten dry are analyzed as such. Foods that are normally eaten hot are cooked immediately before they are taken for analysis, thus avoiding the development of retrograded starch during cooling.

The various categories of starch are measured after incubation with an enzyme mixture that contains proteinase, lipase and  $\alpha$ -amylase activities, and an amyloglucosidase. The incubation is done under standardized conditions in a shaking water-bath, and the tubes contain glass balls, which disrupt the food particles. Free-sugar glucose is measured in a separate sample as the sum of free glucose and the glucose

from sucrose (after incubation with invertase).

Samples are removed after 20 and 120 min of incubation. The glucose released from starch within 20 min is used to specify RDS and that released between 20 and 120 min specifies the SDS fraction in starchy foods. The resistant starch fraction, i.e. the starch unhydrolysed after 120 min *in vitro* hydrolysis, need not be further subdivided except for research purposes.

Values for RAG, SAG and RS can be obtained by one simple procedure (21,22). The RAG measurement takes only 2 to 3 hours, and RS can be measured readily within a working day.

RDS is the fraction of starch that is likely to be digested rapidly in the human small intestine, and is measured as the starch digested between zero and 20 minutes of enzymatic hydrolysis *in vitro*. SDS is the fraction of starch that is likely to be digested completely in the human small intestine, but more slowly than RDS, and is measured as the starch digested between 20 and 120 minutes of enzymatic hydrolysis *in vitro*. RS is the starch likely to reach the human large intestine and is measured as the difference between starch hydrolyzed by 120 minutes and total starch. The RAG measurement takes only two to three hours, and RS can be measured well within a working day (8,21,22).

RAG is the amount of glucose measured after incubation of a food sample for 20 minutes with a mixture of invertase, pancreatin and amyloglucosidase. Values for RDS can be obtained by correcting RAG for FSG, which includes the glucose released from sucrose. Both RAG and RDS are highly correlated with the glycemic index (23).

The identification of specific health benefits related to ingestion of the various starch fractions will be possible only if separate measurements of these are available. The proportions of RAG, SAG, RDS, SDS and RS in foods, and thus the expected rate and extent of digestion in the human small intestine can be controlled by food processing, which could be developed appropriately to the benefit of both the consumer and the food industry.

Values of free sugar and starch content of Mexican foods are available in the literature (24,25). Table 2 shows the proportion of the various fractions of starch and the rapidly available glucose (RAG) values for a range of foods. The RAG fraction includes the free-sugar content of the food and the glucose released from starch within 20 min of starting the hydrolysis procedure. The legumes have the lowest RAG values, because they have low levels of both free sugars and RDS. The cause of the slow and incomplete digestion of legume starch is probably a combination of starch granule encapsulation by cell walls (dietary fiber) and the incomplete gelatinization of the starch. Spaghetti, macaroni and pearled barley are examples of foods with moderate RAG values. Although pasta is made from a highly processed cereal

(durum wheat), the dense structure of the food hinders the access of amylolytic enzymes (23).

It is important to recognize the concept of RAG. The analytical RAG values are expressed in terms of grams of RAG per 100 g of food "as eaten", and therefore can range only between zero and 100. If the dry matter of a food consisted entirely of rapidly available glucose, the RAG value for the food will depend on the water content of the food as eaten. For example, although a considerable proportion of the starch in digestive biscuits is measured as SDS, reflecting the low water content, the biscuits have a higher RAG value than that for white bread, in which nearly all the starch is measured as RDS. Similarly, the low RAG value for cooked potato reflects the low dry matter content of this food as eaten.

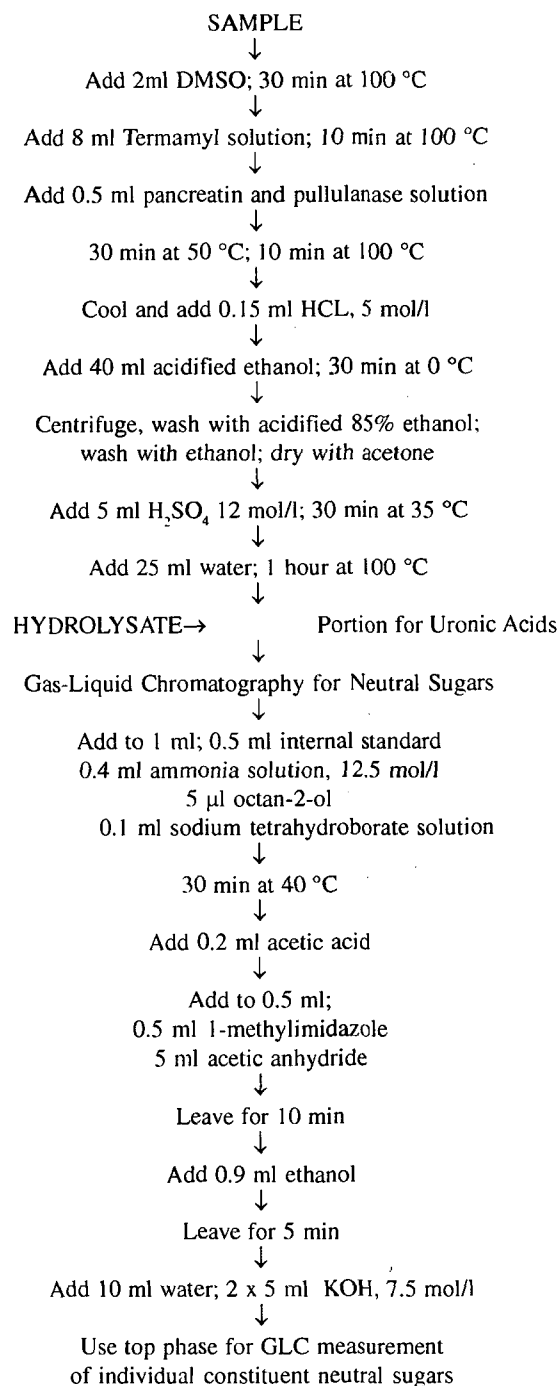
The RAG value of 80 for Rice Krispies is markedly higher than those of the other breakfast cereals in Table 2, presumably because of the processing effects as well as the paucity of water and high carbohydrate content of the food.

The proportions of RAG, SAG, SDS and RS in foods, and thus the expected rate and extent of digestion and absorption in the human small intestine, can be controlled by food processing. Once the benefits or otherwise of different fractions are clearly established, then the food industry can contribute to consumer welfare by adopting manufacturing techniques to adjust the proportions of the different carbohydrate fractions.

### III. Measurement of non-starch polysaccharides

The Englyst procedure (10) for the measurement of dietary fiber as non-starch polysaccharides (NSP) has evolved from the principles laid down by McCance & Widdowson (26), and later by Southgate (27). The procedure involves the complete enzymatic hydrolysis of starch, the precipitation of NSP in ethanol, and the acid hydrolysis of the NSP. The released constituent sugars can be measured by one of three alternative techniques, GLC, HPLC or colorimetry (Figure 1). The detailed information obtained from the chromatographic methods, which quantify the individual constituent sugars, is particularly useful in studies of the relation between intakes of NSP and health; values for the constituent NSP sugars have been published for a wide range of foods (12; 28-31). The simpler but non-specific colorimetric version can be completed within 8 working hours and is suitable for food labeling and for quality control. The Englyst procedure for the measurement of dietary fiber as NSP has been thoroughly tested in large international collaborative trials (32) and certificated reference materials are available (33). Values for dietary fiber measured as NSP by this technique are used in the UK (34-36) and Mexican food tables (37,38) among other countries.

FIGURE 1  
Flow diagram for the measurement of dietary fibre as NSP



### **Certificated reference materials**

As the result of a large international trial of methodology, following rigorous study of stability of the test materials, five BCR-certificated reference materials (CRMs) are available for the Englyst GLC and colorimetry NSP procedures. (from BCR, EU Community Bureau of Reference): (1) dried haricot bean powder, CRM 514; (2) dried carrot powder, CRM 515; (3) dried apple powder, CRM 516; (4) full fat soya flour, CRM 517; (5) dried powdered bran breakfast cereal, CRM 518. These CRMs can be used to check the performance of the analytical method and as quality control of analytical measurements for nutritional labeling.

### **Carbohydrates and health issues**

The incidence of Western diseases is steadily increasing in Latin America, reflecting the transformation to a Western diet characterized as high in sugars and refined foods and low in fiber (39). Human physiology is evolutionarily adapted to a diet in which much of the sugars and starch is naturally encapsulated within the cell walls of unrefined plant foods. As well as the use of additives, often in inappropriate amounts, food processing has other, far-reaching effects on the nutritional value of foods. Modern food processing, especially milling, destroys the cell structure (dietary fiber) of plant foods and releases nutrients, including sugars and starch. The starch is often fully gelatinized during food processing and the sugars and starch may then be rapidly digested and absorbed (see later). The consequent rise in the levels of blood glucose and insulin have been associated with a range of diseases, including coronary heart disease (40) cancer (41-43) and diabetes (44-46).

Unrefined plant foods are a good source of antioxidants and minerals, many of which may be lost during processing. Tortillas and beans are staple foods for both rural and urban communities in many Latin American countries. The commercial preparation of these foods, however, has a major impact on the composition of these foods. Commercially prepared tortillas are of a lower dietary fiber content than rural tortillas and canned beans have a lower dietary fiber content than freshly cooked beans (29). Fat and salt are added to canned refried beans in large quantities, and commercially prepared wheat tortillas contain high levels of salt. As the result of access to and the power to purchase modern processed foods, dietary fiber intakes are lower (47) and sodium intakes are higher (48) in the urban communities. Low-fiber (non starch polysaccharides) diets have been positively correlated with an increased incidence of a range of cancers: breast (49,50), colorectal adenomas (51-53), gallbladder cancer (54), pancreatic cancer (55) and stomach cancer (56,57).

### **I. Rapidly available glucose, the glycemic response and disease**

There has been a great deal of debate about the value of distinguishing the different forms of carbohydrate in relation to health. Traditionally there has been a concern to restrict sucrose intakes in diabetes because the rapid ingestion of sucrose in patients on standard insulin treatments leads to a rapid rise in blood glucose. A whole series of metabolic problems could be linked to recurrent hyperglycemia. These include increases in glycosylated proteins, demonstrable by measuring the level of hemoglobin A<sub>1c</sub>, microvascular deterioration, the induction of polyol metabolic pathways leading to cataract formation and other changes, such as elevated circulating concentrations of the triacylglycerols. High triacylglycerols levels are predictors of cardiovascular disease independently of other risk factors such as elevated LDL cholesterol and low HDL cholesterol levels (58). The induction of greater insulin resistance by high intakes of RAG was considered very likely in NIDDM patients because of the further down-regulation of the insulin receptor system as a result of the demand for greater pancreatic insulin secretion when foods of a high RAG content were fed. This insulin resistance has also been involved in a promotional component for colon and breast cancer induction (41-43; 59). The original concern for restricting carbohydrate diets in diabetes led to low-carbohydrate, high-fat diets which, in practice, amplified the likelihood of cardiovascular disease. This recognition then stimulated a new approach to diabetic diets based on the use of abundant amounts of complex carbohydrates with restricted sugar intakes (60). More recently, the practical benefits of restricting sucrose intakes have been questioned, with many clinicians claiming that the use of modest amounts of sucrose does not materially affect the ability to maintain plasma glucose at reasonable levels, given the appropriate use and timing of exogenous insulin injections. Thus, there has been a swing towards viewing the sugar/starch distinctions as academic and not of clinical importance. This conclusion, of course, may well reflect the fact that some starches are as rapidly absorbed as glucose. Thus a simple starch substitution for sucrose might not yield any benefit thus leading to the inappropriate conclusions about the importance of rapid absorbability.

These views need to be set alongside those propounded by Jenkins and his colleagues (7), who developed the glycemic index (GI) as a measure of the rate and extent to which carbohydrates were hydrolyzed and absorbed in the small intestine. They refocused the approach to carbohydrate absorption and metabolism by suggesting that diabetic patients had less glycosuria and lower blood glucose values if they ate slowly digestible carbohydrates. These foods were therefore of greater value. They have moved on to monitor the GI values of many foods, making these measurements in groups of healthy and diabetic volunteers.

The issue arises of whether the GI of individuals' diets is predictive of their likelihood of developing such metabolic complications as insulin resistance or hypertriglyceridemia, or eventually diabetes, cardiovascular disease or cancer. Clearly more needs to be done, but a practical difficulty arises because of the extensive human studies needed to document the impact of each type of food in terms of its GI measured in a group of volunteers. It is for this reason that complementary *in vitro* methods directly applicable to food were sought.

## II. The relationship between the RAG and GI values of foods

The glycemic index (GI), proposed by David Jenkins and co-workers, ranks foods by the glycemic responses that are elicited *in vivo* by 50 g of 'available' carbohydrate from these foods (7). The GI is calculated as the incremental area of plasma glucose above fasting glucose levels for 120 minutes after a test meal. To account for within-subject variation, the glycemic response to each test food is measured on at least three occasions for each subject. To minimize between-subject variation, each subject's glycemic response data are normalized to the individual's response to 50 g of glucose derived from white bread (7, 61). RAG values determined *in vitro* for a range of starchy foods, when normalized to a standard amount of 'available' carbohydrate, are highly correlated with published GI values determined *in vivo* for similar foods (23).

The relation between RAG values (measured *in vitro*) and glycemic response values (measured *in vivo*) has been investigated in a study in which eight non-obese, healthy adult subjects ate a carbohydrate test meal on eight separate occasions under carefully controlled conditions. The eight test meals consisted of two portions sizes of each of four starchy test foods, for which RAG values were determined. Fingerprick blood samples were taken to follow the glycemic response of each subject to each test meal. The average of two blood samples taken before the test meal was consumed was used as the fasting value (8).

Figure 2 shows the change in blood glucose levels for eight test meals. Linear regression analysis was performed for the incremental area under the curve (the glycemic response) and the RAG content of the test meals in each subject. The slopes for different individuals are all significantly different from 0 ( $p < 0.05$ ) and range from 0.9 to 4.9, reflecting differences in glucose tolerance between subjects. When the glycemic response data are normalized in relation to the response to white bread for each subject (the relative glycemic response), the range of slope values is reduced to between 2.0 and 3.1, with a mean of 2.6. Regression analysis for individual subject's data ranged from

$r = 0.73$  to  $0.96$  with no significant departure from proportionality for the influence of RAG on glycemic response up to an intake of 50 g of RAG. The correlation for RAG intake and the mean glycemic response over all subjects is  $r = 0.97$  (8).

The finding that RAG intake, up to 50 g, is highly correlated with the average glycemic response, adds support to the use of the *in vitro* measured RAG as an expression of the glycemic load.

## III. Food tables and food labeling

### Artificial "Fiber" values can be misleading

Starch can be made resistant to digestion by heating and cooling, but this may or may not be desirable. Table 4 shows the massive increases in Prosky 'Fiber' values that can be achieved by simple heating and cooling of wheat flour. Resistant starch products are often now being advertised as a source of fiber. Indeed, some of these products measure as much as 35% 'Fiber' by the Prosky procedure (62) but contain no plant cell wall material and thus yield a value of zero for NSP. Apart from its fermentation in the large intestine, resistant starch is not known to share any of the other properties traditionally associated with dietary fiber. The use by the food industry of high-RS material in the production of snack foods or breakfast cereals can result in apparently dramatic increases in the supposed 'Fiber' content of the diet when the values are obtained by the Prosky procedure, but there are two important reasons why the marketing of such products as 'fiber-rich' should be viewed with caution:

(i) The consumer will be seriously misled in the choice of foods that comprise a truly high-fiber diet and will not enjoy the health benefits associated with a diet rich in unrefined plant foods, with its associated supply of micronutrients and other biologically active components.

(ii) The consumption of increased amounts of RS has been postulated to be of potential benefit to health but, as yet, there is no evidence to support this claim. In fact, recent results from some animal studies have suggested that high-level intakes of RS may actually be detrimental to health (63-67).

At present, the food tables of different countries include different values for dietary fiber because different methods have been used for the measurement of dietary fiber. These methods are designed to include different dietary components. The material included as 'fiber' by non-specific gravimetric procedures can be a mixture of NSP, starch and non-carbohydrate components in unspecified proportions, which may vary as the result of food processing. It is not possible to interpret these values in chemical terms and, therefore, they cannot be used in energy calculations.

FIGURE 2

Glycemic response to eight test meals containing different amounts of rapidly available glucose (RAG). The Figure shows mean ( $\pm$ SEM) increment in blood glucose above fasting concentration for all subjects after low-RAG (spaghetti and pearled barley) and high-RAG (corn flakes and white bread) test foods fed as portions containing 25g (continuous line) or 50g (broken line) of available glucose. (22).

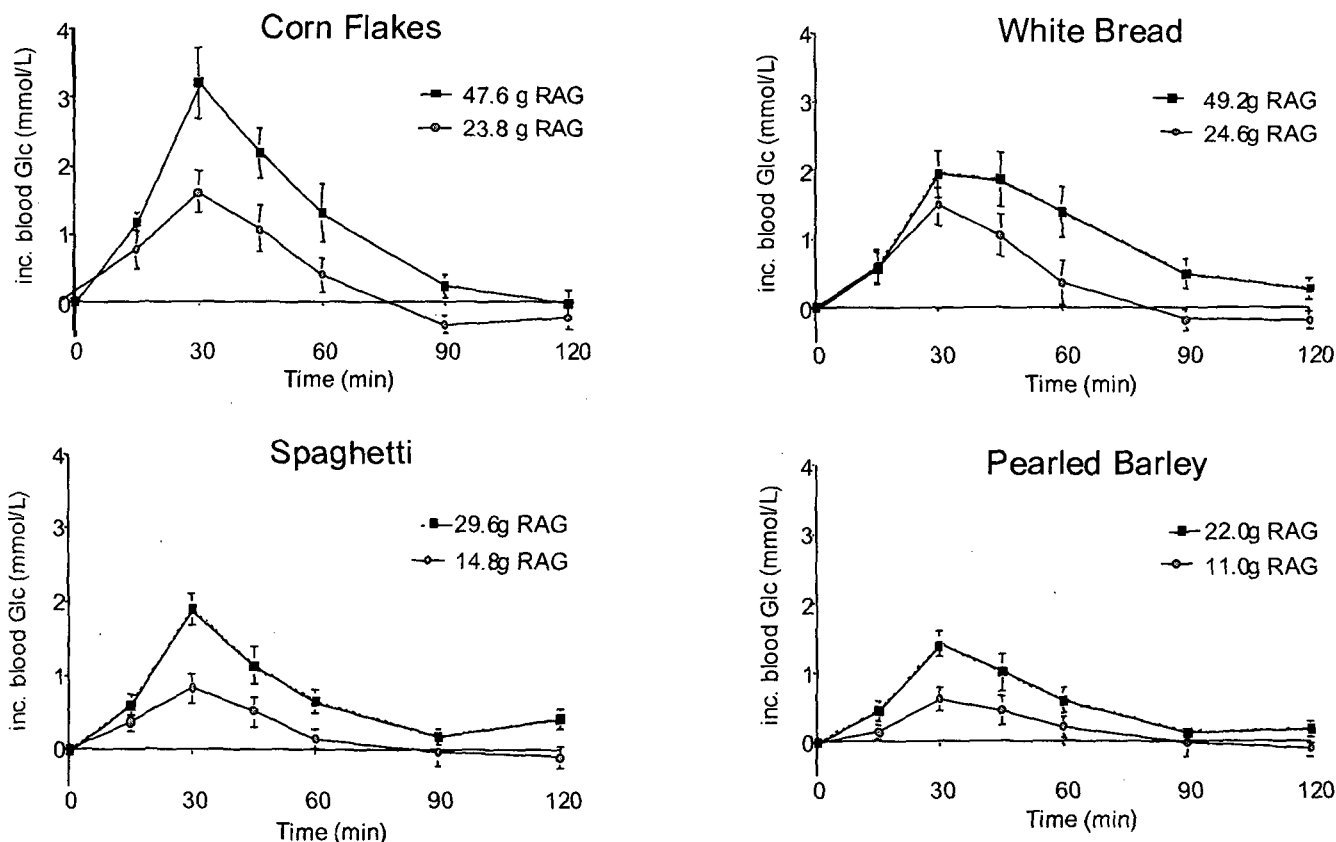


TABLE 4

Formation of "High-fiber White Flour" by repeated heating and cooling

	AOAC 'DF' (% DM)	
	Bread flours	Pastry flours
Untreated	2.7 (0.1)	2.4 (0.1)
Heated/cooled	11.2 (0.6)	12.4 (1.3)

Data from Ranhotra *et al.*,(69); the values are mean (SD) for five bread flours and five pastry flours.

**Food tables and databanks**

Values in food tables for the foods and ingredients that are common to national Western diets should supply

meaningful, reliable data that are suitable for use by dietitians, epidemiologists and the food industry. Most of the current food table values for minerals, fat, proteins and vitamins do meet these criteria adequately but values for carbohydrates in food tables represent a potential minefield, with ambiguities leading to anomalous calculations of the carbohydrate, fiber, starch and metabolizable energy content of foods. Furthermore, at present no food table provides values for oligosaccharides, or the different fractions of starch. Table 5 presents a suggested way of presenting the carbohydrate components of foods in food tables. When these are routinely used then for the first time it will become possible to undertake appropriate epidemiological analyses on dietary carbohydrates and health.

TABLE 5  
Example of detailed carbohydrate component entries for food tables for a fictitious food, code A6497

Free sugars and short-chain carbohydrates could appear together														
Food code	Free sugars (g/100g DM)							Short-chain carbohydrates (g/100g DM)						
	Glc	Gal	Fru	Man	Xyl	Sucrose	Maltose	Total	Raffinose	Stachyose	Verbasco	Maltodextrins	β-Fructans	Total
A6497	1.2	0.3	0.1	t	t	1.5	0.2	3.3	0.1	0.2	0.1	1.3	0.6	2.3

Values for starch (g/100g dry matter) could appear together with values for the glycaemic index (normalized values) and for slowly available glucose and rapidly available glucose (g/100g dry matter)

Food code	Starch				Glycaemic index (GI)	Slowly available glucose (SAG)	Rapidly available glucose (RAG)
	RDS	SDS	RS	Total			
A6497	12	3	1.0	13.3	89	3.3	15.3

Soluble, insoluble and total NSP values could appear together with values for their constituent sugars and separate values for the cellulose and non-cellulosic components (all as g/100g)

Food code	Total NSP	Total Cellulose			Non-cellulosic (%DM)							
		(%fresh)	(%DM)	(%DM)	Rhamnose	Fucose	Arabinose	Xylose	Mannose	Galactose	Glucose	Uronic acids
A6497	Soluble	0.6	3.8	-	0.1	-	0.1	0.1	-	1.8	0.6	1.1
	Insoluble	0.6	3.6	2.8	t	-	0.4	0.1	-	0.2	t	0.1
	Total	1.2	7.4	2.8	0.1	-	0.5	0.2	-	2.0	0.6	1.2

### Food labeling

If dietary fiber values are to be meaningful to the consumer who is concerned with health issues, then the values need to be based on the measurement of chemically identified components. This requirement has recently been recommended by FAO/WHO (68), and it is clear that no non-specific gravimetric methods for the measurement of "dietary fiber" could fulfill this criterion.

We suggest that for the purpose of food labeling, fiber values should be reported as a measure of naturally occurring plant-cell wall NSP, since this provides a reliable index of a naturally fiber-rich diet. For most foods, a value for plant cell wall NSP is obtained directly by the NSP procedure (10,11). If foods contain NSP in the form of additives, these have usually been extracted from different sources and are accompanied by few if any nutrients. The nutritionally meaningful fiber value therefore should be taken as the naturally occurring plant cell-wall NSP, i.e. with the additive value excluded. NSP values would aid the consumer in choosing the unfortified, naturally high-fiber diet recommended in national dietary guidelines and by WHO. Such a development would be beneficial to all concerned, including the food industry and the consumer.

The current Western practice of consuming large amounts of highly processed, energy-dense, rapidly digestible foods in combination with a sedentary life style has led to a soaring

prevalence of obesity and its attendant complications. This link between diet and public health serves as a warning note to those countries where the impact of modern processed foods is just beginning to be felt. It is timely to examine the dietary status of the Latin American countries and to identify those facets of dietary practice that promote public health. Clearly new analyses of the impact of dietary carbohydrates must now be included in these new analyses.

### ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks to the Scottish Office, Agriculture, Environment and Fisheries Department, and the British Council for their support.

### REFERENCES

1. Recommendations - 1980 - IUB-IUPAC Joint Commission on Biochemical Nomenclature (JCBN). Abbreviated Terminology of Oligosaccharide Chains. *J Biol Chem* 1982a; 257 (7):3347-51.
2. Recommendations - 1980 - IUB-IUPAC Joint Commission on Biochemical Nomenclature (JCBN). Polysaccharide Nomenclature. *J Biol Chem* 1982b; 257 (7):3352-4.
3. Torres A, Thomas RD. Polydextrose and its implications in foods. *Food Technol* 1981; July:44-9.

4. Englyst HN, Cummings JH. Non-starch polysaccharides (dietary fiber) and resistant starch. In: Furda I, Brine CJ, editors. *New Developments in Dietary Fiber. Physiological, Physicochemical, and Analytical Aspects*. New York: Plenum Press, 1990a:205-25.
5. Englyst HN, Cummings JH. Dietary fibre and starch: definition, classification and measurement. In: Leeds AR, editor. *Dietary Fibre Perspectives: Reviews and Bibliography*. London: John Libbey, 1990b:3-26.
6. Resistant Starch. Proceedings for the 2<sup>nd</sup> plenary meeting of EURESTA: European FLAIR Concerted Action No. 11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man. Crete, 29 May-2 June 1991. *Eur J Clin Nutr* 1992 Oct; 46 Suppl 2:S1-148.
7. Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:362-6.
8. Englyst KN, Englyst HN, Hudson GJ, Cole TJ, Cummings JH. Rapidly available glucose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycemic response. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:448-54.
9. Selvendran RR, Robertson JA. The chemistry of dietary fibre: an holistic view of the cell wall matrix. In: Southgate DAT, Waldron K, Johnson IT, Fenwick GR, editors. *Dietary Fibre: Chemical and Biological Aspects*. "Royal Society of Chemistry Special Publication no. 83". Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1990:27-43.
10. Englyst HN, Quigley ME, Hudson GJ. Determination of dietary fibre as non-starch polysaccharides with gas-liquid chromatographic, high-performance liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugars. *Analyst* 1994; 119:1497-509.
11. Quigley ME, Englyst HN. Determination of the uronic acid constituents of non-starch polysaccharides by high-performance liquid chromatography with pulsed amperometric detection. *Analyst* 1994; 119:1511-8.
12. Englyst HN, Bingham SA, Runswick SA, Collinson E, Cummings JH. Dietary fibre (non-starch polysaccharides) in cereal products. *J Hum Nutr Diet* 1989; 2:253-71.
13. Sánchez-Castillo CP, Dewey PJS, Bourges H, James WPT. Dietary fibre, what it is and how it is measured. *Arch Latinoam Nutr* 1994a; 44:68-75.
14. Heaton KW. Western Diseases: Their Prevention and Reversibility. In: Temple NJ, Burkitt DP, editors. *Totawa NJ: Humana*. 1994.
15. Koivisto PE, Asp N-G, Englyst HN, Hudson GJ, Hyvönen L, Kallio H, Salo-Väänänen PP. Memorandum on terms, definitions, and analytical procedures of protein, fat and carbohydrates in food for basic composition data: issues and recommendations. *Food Chem* 1996; 57 (1):33-5.
16. Quigley ME, Hudson GJ, Englyst HN. Determination of resistant short-chain carbohydrates (non-digestible oligosaccharides) using gas-liquid chromatography. *Food Chem* 1999; 65 (3):381-90.
17. Englyst HN, Cummings JH. Digestion of the polysaccharides of some cereal foods in the human small intestine. *Am J Clin Nutr* 1985; 42:778-87.
18. Englyst HN, Cummings JH. Digestion of the carbohydrates of banana (*Musa paradisiaca sapientum*) in the human small intestine. *Am J Clin Nutr* 1986; 44:42-50.
19. Englyst HN, Cummings JH. Digestion of the polysaccharides of potato in the small intestine of man. *Am J Clin Nutr* 1987; 45:423-31.
20. Silvester KR, Englyst HN, Cummings JH. Ileal recovery of starch from whole diets containing resistant starch measured in vitro and fermentation of ileal effluent. *Am J Clin Nutr* 1995; 62 (2):403-11. [Silvester KR, Englyst HN, Cummings JH. Ileal recovery of starch from whole diets containing resistant starch measured in vitro and fermentation of ileal effluent (62: 403, 1995). Erratum. *Am J Clin Nutr* 1996; 63 (3):407].
21. Englyst HN, Kingman SM. Dietary fibre and resistant starch. A nutritional classification of plant polysaccharides. In: Kritchevsky D, Bonfield C, Anderson JW, editors. *Dietary Fiber*. New York: Plenum Press 1990: 49-65.
22. Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr* 1992; 46: S33-S50.
23. Englyst HN, Veenstra J, Hudson GJ. Measurement of rapidly available glucose (RAG) in plant foods: a potential *in vitro* predictor of the glycaemic response. *Brit J Nutr* 1996a; 75:327-37.
24. Sánchez-Castillo CP, Dewey PJS, Finnie S, Solano M de L, James WPT. The starch and total sugar content of Mexican fruit and vegetables. *Arch Latinoam Nutr* 1997a; 47:168-72.
25. Sánchez-Castillo CP, Dewey PJS, Lara JJ, Henderson DL, Solano M de L, and James WPT. The starch and sugar content of some Mexican cereals, cereal products, pulses, snack food, fruits and vegetables. *J Food Compos Anal* 2000; 13:157-70.
26. McCance RA, Widdowson EM. The MRC Special Report Series No. 297 "The composition of foods". London: HMSO, 1960.
27. Southgate DAT. Determination of carbohydrates in foods. II. Unavailable carbohydrates. *J Sci Food Agric* 1969; 20:331-5.
28. Englyst HN, Bingham SA, Runswick SA, Collinson E, Cummings JH. Dietary fibre (non-starch polysaccharides) in fruit, vegetables and nuts. *J Hum Nutr Diet* 1988; 1: 247-86.
29. Sánchez-Castillo CP, Dewey PJS, Solano M de L, Tucker M, James WPT. The nonstarch polysaccharides in Mexican pulses and cereal products. *J Food Compos Anal* 1994b; 7:260-81.
30. Sánchez-Castillo CP, Dewey PJS, Solano M de L, Finney S, James WPT. The dietary fiber content (Nonstarch polysaccharides) of Mexican fruits and vegetables. *J Food Compos Anal* 1995; 8:284-94.
31. Sánchez-Castillo CP, Englyst HN, Hudson GJ, Lara JJ, Solano M de L, Munguía JL, James WPT. The non-starch polysaccharide content of Mexican foods. *J Food Compos Anal* 1999; 12:293-314, 1999.
32. Wood R, Englyst HN, Southgate DAT, Cummings JH. Determination of dietary fibre in foods - Collaborative trials IV. Comparison of Englyst GLC and colorimetric measurement with the Prosky procedure. *J Assoc Public Anal* 1993; 29:157-41.
33. Pendlington AW, Meuree-Vanlaethem N, Brookes A. The method specific certification of the mass fraction of dietary

- fibre in lyophilised haricot beans, carrot, apple, full fat soya flour and bran breakfast cereal reference materials. CRMs 514, 515, 516, 517 & 518. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996.
34. Holland B, Unwin ID, Buss DH. Cereals and Cereal Products. Third Supplement to McCance & Widdowson's The Composition of Foods. England: The Royal Society of Chemistry, The ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1988.
  35. Holland B, Unwin ID, Buss DH. Vegetables, Herbs and Spices. The Fifth Supplement to McCance & Widdowson's Composition of Foods. England: Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, The Royal Society of Chemistry. 1991a.
  36. Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT. McCance & Widdowson's The Composition of Foods. 5th edition. Cambridge and London: Ministry of Agriculture Fisheries & Food and Royal Society of Chemistry, 1991b.
  37. Bourges H, Morales J, Camacho ME, Escobedo G. Tablas de Composición de Alimentos. Mexico: Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, 1996.
  38. Sánchez-Castillo CP, James WPT y cols. "Contenido de hidratos de carbono, por análisis directo. Fibra dietética soluble e insoluble, almidones y azúcares de algunos alimentos mexicanos". En: Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos. Edición Internacional. McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, 2002.
  39. Popkin BM. The nutrition transition in low-income countries: an emerging crisis. *Nutr Rev* 1994; 52: 285-98.
  40. Kleinman JC, Donahue RP, Harris MI, Finucane FF, Madans JH, Brock DB. Mortality among diabetics in a national sample. *Am J Epidemiol* 1988; 128: 389-401.
  41. Bruning PF, Bonfrer JMG, Hart AAM, Van Noors PAH, Van der Hoeven H, Collette HJA, Battermann JJ, De Jong-Bakker M, Nooijen WJ, De Waard F. Body measurements, estrogen availability and the risk of human breast cancer: a case-control study. *Int J Cancer* 1992; 51: 14-9.
  42. Yam D. Insulin-cancer relationships: possible dietary implications. *Med Hypotheses* 1992; 38 (2): 111-7.
  43. Kazer RR. Insulin resistance, insulin-like growth factor 1 and breast cancer: a hypothesis. *Int J Cancer* 1995; 62 (4): 403-6.
  44. Zarate A. Diabetes-mellitus in Mexico. *Diabetes Care* 1991; 14 (7 S3): 672-5.
  45. Salmerón J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *J Am Med Assoc* 1997a; 277 (6): 472-7.
  46. Salmerón J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, Stampfer MJ, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997b; 20 (4): 545-50.
  47. Sánchez-Castillo CP, Grubb D, Solano MD, Franklin MF, James WPT. Non-starch polysaccharide intakes in Mexican villagers and residents of Mexico City. *Br J Nutr* 1997b; 77 (3): 345-57.
  48. Sánchez-Castillo CP, Solano M de L, Flores J, Franklin MF, Limón N, Martínez del Cerro V, Velázquez C, Villa AR, James WPT. Salt intake and blood pressure in rural and metropolitan Mexico. *Arch Med Res* 1996; 27 (4): 559-66.
  49. Howe GR, Hirohata T, Hislop TG, Iscovich JM, Yuan JM, Katsouyanni K, Lubin F, Marubini E, Modan B, Rohan T, Toniolo P, Shunzhang Y. Dietary factors and risk of breast-cancer - combined analysis of 12 case control studies. *J Natl Cancer Inst* 1990; 82 (7): 561-9.
  50. Freudenheim JL, Marshall JR, Vena JE, Laughlin R, Brasure JR, Swanson MK, Nemoto T, Graham S. Premenopausal breast cancer risk and intake of vegetables, fruits and related nutrients. *J Natl Cancer Inst* 1996; 88 (6): 340-8.
  51. Giovannucci E. Insulin and colon cancer. *Cancer Causes Control* 1995; 6 (2): 164-79.
  52. Neugut AL, Garbowski GC, Lee WC, Murray T, Nieves JW, Forde KA, Treat MR, Wate JD, Fenoglio-preiser C. Dietary risk-factors for the incidence and recurrence of colorectal adenomatous polyps - a case-control study. *Ann Intern Med* 1993; 118 (2): 91-5.
  53. Giovannucci E, Stampfer MJ, Colditz G, Rimm EB, Willett WC. Relationship of diet to risk of colorectal adenoma in men. *J Natl Cancer Inst* 1992; 84 (2): 91-8.
  54. Zatonski WA, La Vecchia C, Pyzewozniak K, Maisonneuve P, Lowenfels AB, Boyle P. Risk factors for gallbladder cancer: a Polish case-control study. *Int J Cancer* 1992; 51: 707-11.
  55. Howe GR, Burch JD. Nutrition and pancreatic cancer. *Cancer Causes Control* 1996; 7 (1): 69-82.
  56. Risch HA, Jain M, Chol NW, Fodor JG, Pfeiffer CJ, Howe GR, Harrison LW, Craib KJP, Miller AB. Dietary factors and the incidence of cancer of the stomach. *Am J Epidemiol* 1985; 122 (6): 947-59.
  57. González CA, Riboli E, Badosa J, Batiste E, Cardona T, Pita S, Sanz JM, Torrent M, Agudo A. Nutritional factors and gastric cancer in Spain. *Am J Epidemiol* 1994; 139: 466-73.
  58. Castelli WP, Garrison RJ, Wilson PWF, Abbott RD, Kalousdian S, Kannel WB. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels- the Framingham study. *J Am Med Assoc* 1986; 256 (20): 2835-8.
  59. Luceri C, Caderni G, Lancioni L, Aiolfi S, Dolara P, Mastrandrea V, Scardazza F, Morozzi G. Effects of repeated boluses of sucrose on proliferation and on AOM-induced aberrant crypt foci in rat colon. *Nutr Cancer* 1996; 25: 187-96.
  60. Lean MEJ, Brebchley S, Connor H, Elkeles RS, Govindji A, Hartland BV, Lord K, Southgate DAT, Thomas BJ. Dietary recommendations for people with diabetes: an update for the 1990's. *J Hum Nutr Diet* 1991; 4 (6): 393-412.
  61. Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 846-54.
  62. Englyst HN, Quigley ME, Englyst KN, Bravo L, Hudson GJ. Dietary Fibre. Measurement by the Englyst NSP procedure. Measurement by the AOAC procedure. Explanations of the differences. *J Assoc Public Anal* 1996 b; 32: 1-52.
  63. Englyst HN, Hudson GJ. Starch and health. In: Donald AM, Frazier PJ, Richmond P, editors. Starch. Structure and Functionality. Cambridge: Royal Society of Chemistry 1997: 9-21.

64. Birkett A, Muir A, Phillips J, Jones G, O'Dea K. Resistant starch lowers fecal concentrations of ammonia and phenols in humans. *Am J Clin Nutr* 1996; 63 (5): 766-72.
65. Burn J, Kathcuser A, Fodde R, Coaker J, Chapman PD, Mathers JC. Intestinal tumours in the Apc 1638N mouse: aspirin not protective and resistant starch increases small bowel tumours. *Eur J Hum Genet* 1996; 4 (1 suppl): 13.
66. van Munster IP, Tangerman A, Nagengast FM. Effect of resistant starch on colonic fermentation, bile-acid metabolism, and mucosal proliferation. *Dig Dis Sci* 1994; 39 (4): 834-42.
67. Young GP, McIntyre A, Albert V, Folino M, Muir JG, Gibson PR. Wheat bran suppresses potato starch-potentiated colorectal tumorigenesis at the aberrant crypt stage in a rat model. *Gastroenterology* 1996; 110: 508-14.
68. FAO/WHO. Carbohydrates in Human Nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14-18 April 1997. FAO Food and Nutrition Paper 66. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998.
69. Ranhotra GS, Gelroth JA, Eisenbraun GJ. High-fiber white flour and its use in cookie products. *Cereal Chemistry* 1991; 68: 432-433.

Recibido: 05-02-2001

Aceptado: 30-01-2002

## Deficiencia de hierro y anemia en mujeres embarazadas en Chaco, Argentina

*María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli, Graciela Falivene, Fernando E. Viteri*

Ministerio de Salud del Chaco, República Argentina, UNICEF Argentina, Universidad de California, Berkeley

**RESUMEN.** El propósito es conocer las prevalencias de deficiencia de hierro y anemia gestacional, y sus asociaciones con variables sociales y biológicas, en la provincia de Chaco, Argentina, a fin de iniciar un programa de prevención. Se estudiaron 364 embarazadas aleatoriamente seleccionadas en toda la provincia. La hemoglobina (Hb) promedio  $\pm$  DS descendió progresivamente de  $118.4 \pm 11.0$  a  $112.1 \pm 11.5$  g/L ( $p = 0.015$ ) entre el 1er y el 3er trimestre gestacional. La prevalencia de anemia ( $Hb < 110$  g/L) fue de 17.4, 26.5 y 35.8% del 1° al 3°. La prevalencia en el 2o trimestre fue 14.4% usando  $Hb < 105$  g/L como se sugiere recientemente. Los promedios geométricos de ferritina para los trimestres gestacionales progresivos fueron 28.9; 16.0 y 11.1  $\mu$ g/L. En los respectivos trimestres, 21.7, 40.5 y 60.5% tenían ferritina  $< 12$   $\mu$ g/L y 39.1, 58.9 y 83.2% tenían ferritina  $< 20$   $\mu$ g/L ( $p < 0.004$  entre cada trimestre en ambos casos). La prevalencia de deficiencia de hierro y la anemia fueron significativamente mayores en mujeres con nivel de instrucción inferior a primaria completa y con intervalo intergenésico  $< 1$  año. Setenta y cinco por ciento de las mujeres tenía adecuada frecuencia de controles prenatales pero solo 23% tomaban suplementos de hierro y 10% los habían suspendido. La prevención de la anemia y DH debe incluir intervenciones desde el período preconcepcional y durante el embarazo, mejorando la adherencia a la toma de suplementos de hierro con motivación a los equipos de salud y comunidad.

**Palabras clave:** Anemia, deficiencia de hierro, embarazo, educación, pobreza, intervalo intergenésico.

**SUMMARY. Iron deficiency and anemia in pregnant women from Chaco, Argentina.** Aiming at their prevention, to determine the prevalence of gestational iron deficiency and anemia, considering access to health care and associations with social and biological variables in the Province of el Chaco, Argentina. Three hundred and sixty four, randomly selected pregnant women from the whole province participated. Mean Hemoglobin (Hb)  $\pm$  SD dropped progressively from  $118.4 \pm 11.0$  to  $112.1 \pm 11.5$  g/L ( $p = 0.015$ ) between the 1st and the 3rd gestational trimesters. Anemia prevalence ( $Hb < 110$  g/L) was 17.4, 26.5 and 35.8%. From the 1st to the 3rd trimesters. Second trimester prevalence was 14.1% using  $Hb < 105$  g/L as recently suggested. The ferritin geometric mean during the progressive gestational trimesters were 28.9; 16.0 and 11.1  $\mu$ g/L. 21.7, 40.5 and 60.5% had ferritins  $< 12$   $\mu$ g/L, and 39.1, 58.9 and 83.2% had ferritins  $< 20$   $\mu$ g/L in these respective trimesters ( $p < 0.004$  between trimesters in both cases). Both iron deficiency and anemia were significantly greater in women with unfinished primary education and with interpregnancy interval  $< 1$  year. Seventy five percent of women had adequate number of antenatal visits but only 23% were taking iron supplements and 10% had stopped taking them. The prevention and correction of gestational iron deficiency and anemia must focus on the preconceptional period (inter-pregnancy spacing and increasing iron intake using all available means) as well as during pregnancy improving adherence to iron supplements by means of motivation of health workers and community.

**Key words:** Anemia, iron deficiency, pregnancy, education, poverty, intergenetic interval.

### INTRODUCCION

La deficiencia de hierro (DH) es una condición sistémica que afecta especialmente a embarazadas, niños menores de 2 años, adolescentes y mujeres en edad fértil. Es la más frecuente de las deficiencias nutricionales específicas que se manifiesta, tardíamente, por anemia ferropénica (AF). La DH con o sin anemia, sobre todo en edades tempranas afecta múltiples funciones con serias consecuencias en el desempeño y en el desarrollo humano y en su productividad (1).

La anemia durante el embarazo tiene repercusiones en la salud de la madre y del producto de la gestación (2). Existen evidencias del aumento de riesgo de mortalidad materna en

mujeres con anemia severa en el último trimestre (3). La DH y la AF materna en la primera mitad del embarazo, aumentan el riesgo de retardo de crecimiento intrauterino, prematuridad y consecuentemente la mortalidad perinatal (4).

Los niños nacidos de madres anémicas muestran reservas de hierro disminuidas cuando estas se evalúan a la edad de 3 o más meses (5) y por consiguiente, tienen aumentado el riesgo de desarrollar AF, con sus consecuencias negativas en el desarrollo físico y mental, algunas de las cuales parecen ser permanentes (6). La DH y la AF también producen apatía, astenia, alteraciones en la función muscular, y disminuciones en la calidad de vida de la mujer durante y después del embarazo, disminuyendo su rol social y su capacidad de

brindar cuidados a su familia. Se ha reportado que los hijos de mujeres no suplementadas con hierro durante el embarazo tienen menores depósitos de hierro durante el primer año de vida, en relación a los hijos de madres suplementadas (7,8).

La provincia de Chaco, donde se realizó este estudio, es una de las provincias argentinas con mayor concentración de pobreza. Cuarenta por ciento de su población vivía en hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI) según el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) de 1991 (9). Su tasa de mortalidad infantil en 1996 (34,4%) fue la más alta del país (10).

En 1997, el Gobierno de Chaco inició un programa de reducción de la mortalidad materna e infantil, en cooperación con UNICEF. Uno de los componentes del programa fue la prevención de carencias de micronutrientes. En 1998 se realizó una encuesta poblacional, en embarazadas y niños, con el objeto de conocer la prevalencia de carencias de micronutrientes, y el acceso de la población a servicios y programas, como punto de partida para la definición y realización de intervenciones.

Se presentan aquí los resultados obtenidos en embarazadas en dicha encuesta, focalizados en la evolución de la DH y de la AF en los distintos trimestres, el acceso y adherencia a suplementos de hierro y en las asociaciones entre DH y AF y diversas variables biológicas y sociales.

### **Población**

Se estudiaron 364 embarazadas, representativas del total de mujeres con autopercepción de embarazo que habitaban la provincia de Chaco, Argentina, en octubre de 1998. Esta provincia está localizada en la zona Nor-Este de la República. Su altitud media es de aproximadamente 100 metros sobre el nivel del mar. Ciertas zonas están infectadas por uncinaria pero en todos los casos la infección es de poca severidad. No hay un mapa epidemiológico de esta parasitosis.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Muestra**

Se diseñó un estudio transversal en una muestra aleatoria de  $n = 440$  embarazadas obtenida en tres etapas abarcando la totalidad del territorio provincial, seleccionando 44 radios censales en la primera etapa, 10 hogares dentro de los radios censales en la segunda e individuos dentro de los hogares en la tercera. Este tamaño muestral se consideró necesario para realizar la estimación de una proporción (prevalencia) con una precisión mínima del  $\pm 10\%$  con el 95% de confianza, postulando un coeficiente de correlación alto intra-clase (0,40) (11). Con coeficientes de correlación intra-clase mas bajos la precisión mínima disminuye.

Los 44 radios censales, ó puntos muestra (PM), fueron seleccionados sistemáticamente, con dos arranques aleatorios,

con probabilidades proporcionales al tamaño, según la población correspondiente al CNPV 1991. El listado de los radios fue ordenado según su hacinamiento (12). En todos los PM se seleccionaron 15 hogares elegibles, de manera de reemplazar hasta 5 rechazos.

Se realizó una campaña comunicacional para sensibilizar e informar a la población. Cada embarazada fue encuestada asignándole un código y se le extrajo sangre venosa antecubital en su domicilio luego de dar su consentimiento informado. La proporción de rechazos entre etapa de listado y encuesta fue de 12,6%.

Todas las mujeres incluidas en la muestra fueron informadas sobre los resultados hematológicos obtenidos y las anémicas recibieron tratamiento dentro de las dos semanas siguientes a la encuesta. Luego de esta etapa se resguardaron los registros que permitan identificar a la persona por su código. El estudio fue aprobado en sus aspectos éticos por el Ministerio de Salud de la Provincia.

### **Procesamiento de las muestras de sangre**

Las muestras de sangre fueron tomadas por punción venosa. Parte de la muestra se colectó en conos de plástico blanco, sobre anticoagulante EDTA para la determinación de hemoglobina (Hb) por el método de cianmetahemoglobina usando un contador hematológico automatizado. Otra parte de la sangre extraída fue centrifugada en terreno antes de las 6 horas de extraída y el plasma se congeló hasta realizar la determinación de ferritina.

La ferritina fue determinada por Enzimo Inmuno Ensayo (MEIA) en analizador IMX (Abbot) Se realizaron controles de calidad internos con cada corrida realizada y externos en un centro de referencia.

El total de muestras con determinación de Hb fue 359 y con ferritina 356.

### **Límites de inclusión para Hb y ferritina plasmática**

Los valores de Hb  $< 110$  g/L se consideraron anemia (13). Para ferritina se consideraron 2 límites de inclusión:  $< 12$   $\mu\text{g./L}$  deficiencia de hierro severa y  $< 20$   $\mu\text{g./L}$  deficiencia de hierro moderada (1,12). Los valores de ferritina se transformaron logarítmicamente para normalizar su distribución dada su desviación hacia la derecha. Todas las estadísticas se realizaron con los valores transformados. Los promedios así obtenidos son promedios geométricos. Se procesó la información mediante el programa SPSS para Windows versión 11.

## **RESULTADOS**

En la Tabla 1 se presentan las características de la población de embarazadas estudiadas según variables seleccionadas. Se destaca que 23% eran menores de 20 años; el intervalo

intergenésico fue menor de 1 año en el 27% y menor de 2 años en el 45.3% de los casos; 64,4% de las mujeres pertenecían a hogares con NBI y aproximadamente 1/3 no había completado la escuela primaria.

**TABLA 1**  
Descripción de la población de embarazadas

Variable	%
<b>Urbano/Rural</b>	
Urbano	83.2
Rural	16.8
<b>Edad de la mujer (años)</b>	
< 20	23.4
20 a 30	59.3
>30	17.3
<b>Edad gestacional (trimestres)</b>	
1ro	19.5
2do	47.0
3ero	33.5
<b>Paridad</b>	
Sin hijos previos	29.9
1 a 3 hijos	51.9
4 y más hijos	18.1
<b>Intervalo intergenésico (meses)</b>	
Espera primer hijo	29.9
Hasta 12 meses	26.9
13 - 24 meses	18.4
25 - 36 meses	9.3
>36 meses	15.4
<b>Hogar con NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas)</b>	
Con NBI	64.6
Sin NBI	35.4
<b>Ingresos per cápita /mes (pesos)</b>	
Hasta 25	16.2
25 a <40	16.8
40 a <60	17.9
60 a <100	20.3
>100	21.2
NS/NC (*)	7.7
<b>Obra social</b>	
Si	25.3
No	74.7
<b>Escolaridad</b>	
Analfabeta	6.9
Primaria incompleta	24.7
Primaria completa	28.0
Secundaria incompleta	21.4
Secundaria completa y más	19.0

(\*) NS/NC : No sabe/ No contesta

En cuanto al acceso a salud y programas sociales se observó que 93% de las embarazadas habían realizado al menos un control prenatal. El número de controles en relación a la edad gestacional fue igual ó superior a la norma en el 75% de los casos.

23% estaba tomando suplemento de hierro en el momento de la encuesta y 10,4% habían tomado y suspendieron. Entre éste último grupo la causa de la suspensión más mencionada fue la falta de indicación para continuarlo.

Del total de embarazadas, 73% refirieron que se hicieron análisis de sangre en el embarazo en curso y 31% que se les informó su condición de anémicas.

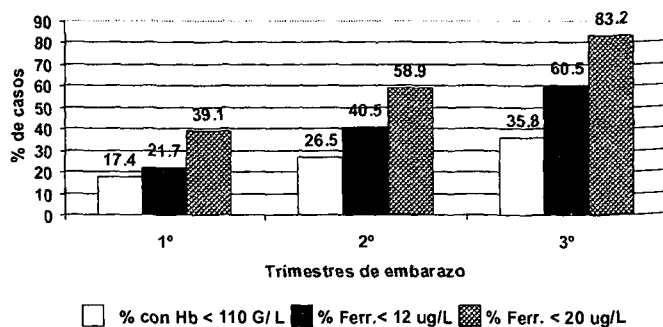
En la Tabla 2 y en el Gráfico 1 se observan progresivas disminuciones de los valores de hemoglobina y ferritina y el aumento en la proporción de mujeres que presentaron tanto deficiencia de hierro como anemia, conforme avanza el embarazo. La prevalencia de anemia en el tercer trimestre fue significativamente más alta que en el primero ( $p = 0.004$ ) y las prevalencias de deficiencia de hierro en cada trimestre fueron significativamente diferentes para ambos límites de inclusión ( $12 \mu\text{g/L}$  o  $20 \mu\text{g/L}$ ). Entre 1° y 2° trimestres:  $p = 0.00$  y  $p = 0.006$ , entre 2° y 3° trimestre  $p = 0.002$  y  $p < 0.001$ , respectivamente.

**TABLA 2**  
Evolución de la hemoglobina y ferritina plasmática por trimestre de embarazo

Trimestre	N° con Hb	Promedio Hb g/L y (DE)	N° con ferritina	Promedio geométrico ferritina $\mu\text{g/L}$ ( $\pm$ 1DE)
Primero	69.00	118.4 (11.0)a	69.00	28.9 (45.9/15.5) a
Segundo	170.00	113.8 (10.3) b	168.00	16.2 (26.8/10.6) b
Tercero	120.00	112.1 (11.5) b	119.00	11.2 (18.6/ 8.4) c

Promedios con diferentes letras en las columnas indican diferencias significativas.

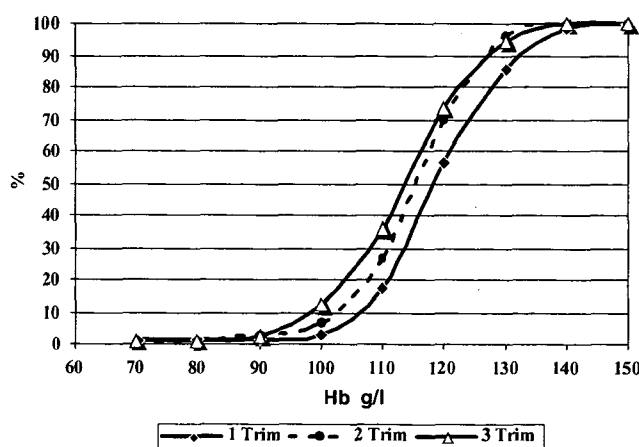
**GRAFICO 1**  
Prevalencia de anemia y deficiencia de hierro por trimestre de embarazo. Chaco 1998



Los promedios de Hb en el segundo y tercer trimestres fueron significativamente más bajos que en el primero, respectivamente ( $p = 0.03$  y  $< 0.001$ ). Las diferencias entre los promedios del 2o y 3er trimestres no alcanzaron significación estadística.

La frecuencia de valores de Hb por debajo de 90 g/L fue menor a 3,0% en todos los trimestres y la frecuencia de casos con Hb superior a 125 g/L decreció progresivamente desde 26% en el primer trimestre hasta 12,5% en el tercero (Gráfico 2).

GRAFICO 2  
Frecuencia acumulada de Hb g/L por trimestre de embarazo



Las diferencias entre los promedios geométricos de ferritina en cada trimestre difieren significativamente ( $p < 0.001$ ).

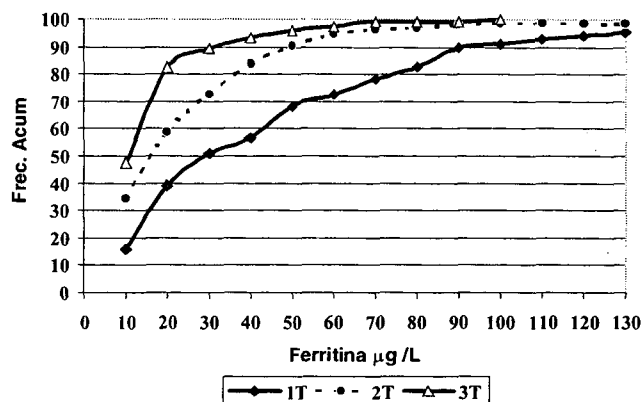
La distribución de los valores de ferritina muestra el desplazamiento de la población hacia la izquierda en los sucesivos trimestres de embarazo (Gráfico 3). Entre el 1º y 2º trimestre se produce una franca reducción en la proporción de casos con ferritina  $> 50 \mu\text{g/L}$ , la que se mantiene en el 3º trimestre.

La sensibilidad de la ferritina ( $< 12 \mu\text{g/L}$ ) en relación a la anemia por hemoglobina  $< 110 \text{ g/L}$  fue de 66% (IC 55.6-75.1) y la especificidad de 68%. (IC 61.4-73.2). El valor predictivo positivo fue 43,5% (IC: 35.7-51.9) y el negativo 84%. (IC 78.1-88.56)

Las características que se asociaron significativamente con mayor prevalencia de anemia (Tabla 3) fueron el bajo nivel de instrucción y el intervalo intergenésico menor a 12 meses. En las mujeres de hogares con NBI y en las rurales la prevalencia fue mayor que en las no pobres y en las urbanas, pero las diferencias no alcanzaron significación estadística ( $p = 0.116$  y  $p = 0.095$ ) respectivamente.

GRAFICO 3

Distribución de los valores de ferritina  $\mu\text{g/L}$  por encima de los valores de la abscisa, según trimestre de embarazo



El intervalo intergenésico inferior a 1 año, se asoció significativamente ( $p=0.0053$ ) con niveles de ferritina  $< 12 \mu\text{g/L}$ . La instrucción materna inferior a primaria completa y la pertenencia a un hogar NBI muestran tendencia asociativa con ferritina baja, pero la probabilidad de error alfa es superior al 5% en ambas.

## DISCUSION

La proporción de mujeres que pertenecían a hogares con NBI en la muestra (64%) resultó sensiblemente superior a la de hogares con NBI en la provincia en el último Censo (40%). Puede interpretarse que la muestra tiene un sesgo, debido a que los rechazos en la etapa de campo pudieron ser selectivos de los hogares no pobres, ó que la mayor natalidad entre los pobres llevó a que el subuniverso de embarazadas concentre mayor proporción de pobreza que la población total. En este estudio la proporción de mujeres con 4 y más hijos entre las pertenecientes a hogares con NBI fue de 26,4% y entre las no pobres de 3,1%, lo que refuerza esta explicación.

No obstante, la prevalencia de anemia en embarazadas en el total de la muestra (27.9%) es similar a la hallada en la ciudad de Usuahia (31,6%) en 1994 (14), población con muy buenos indicadores de salud y a la estimación hecha por la OPS (35%) para América Latina (15) la que proviene de estudios parciales realizados en su gran mayoría en poblaciones con bajo nivel socioeconómico.

La prevalencia de AF en mujeres no pobres (22%), y la ausencia de asociación significativa entre pobreza y DH y AF ( $p = 0.116$ ), demuestra la existencia de un problema que afecta a las mujeres embarazadas con relativa independencia de su nivel socioeconómico. Este hallazgo explicaría la escasa variabilidad encontrada en dos estudios en nuestro país con diferentes niveles de pobreza.

**TABLA 3**  
Asociaciones entre anemia y distintas variables en embarazadas

Variable	Nº con Hb	% Hb. < 110 g/L	Entre	OR (IC)	Chi	p
<b>Total general</b>	359	27.5				
<b>Edad materna (años)</b>			<20ª. Vs. resto	1.34 (0.76 - 2.35)	1.17	0.2785
Menos de 20	83	32.5				
20 a 24	121	28.1				
25 a 30	92	27.2				
30 y más	63	22.2				
<b>Paridad</b>			4 y más hijos vs. Sin hijos	1.57 (0.75 - 3.27)	1.73	0.188
Sin hijos	106	24.5				
1 a 3 hijos	188	27.6				
4 y más hijos	65	33.8				
<b>Intervalo Intergenésico (Excluidas primíparas)</b>			< 12 vs. > 36 meses	2.77 (1.14 - 6.91)	6.14	<b>0.0132</b>
Hasta 12 meses	98	34.7				
12 hasta 24 meses	66	33.3				
24 hasta 36 meses	33	27.2				
Más de 36 meses	56	16.1				
<b>Instrucción materna</b>			< PI vs. SC y. > niveles escol	2.13 (1.23 - 3.70)	8.46	<b>0.0036</b>
< primaria completa (PI)	114	38.6				
Prim.completa + Sec.Inc.(SI)	176	22.7				
Secundaria completa y + (SC)	69	16.1				
<b>NBI</b>			Con y sin NBI	1.49 (0.87 - 2.53)	2.46	0.1164
Con NBI	232	30.6				
Sin NBI	129	22.4				
<b>Urbano /Rural</b>			Rural vs. urbano	1.64 (0.87 - 3.05)	2.78	0.0952
Rural	60	36.6				
Urbano	299	26.1				
<b>Obra Social</b>			Sí vs. No	1.18 (0.68 - 2.05)	0.41	0.5221
Si	92	30.4				
No	267	26.5				

El acceso de las embarazadas a los servicios de salud fue aceptable, en tanto tres de cada cuatro tenían una frecuencia de controles prenatales acorde a las normas, y se les había realizado al menos un análisis de sangre.

La suplementación diaria con hierro (60 mg/día) y folatos (0.4 mg/día) integra la norma de cuidado prenatal en la provincia. No obstante, menos de la cuarta parte de las mujeres estaban tomando hierro en el momento de la encuesta y 10% habían tomado pero interrumpieron. La causa más frecuente (79%) invocada para explicar la suspensión en este último grupo fue la falta de indicación ó provisión del suplemento por el equipo de salud, en tanto que la intolerancia al medicamento fue mencionada en el 13%. Esta negligencia no puede atribuirse solo a una dificultad en asumir una conducta prolongada de carácter preventivo ya que también en las mujeres que habían sido informadas de su condición

de anémicas y que debieron ser tratadas, la mitad no recibía suplemento de hierro.

Se ha usado como límite de inclusión para anemia valores de Hb < 110 g /L en todo el embarazo a fin de hacer comparables estos resultados con otros reportados. Si se toma 105 g /L en el segundo trimestre de embarazo tal como recomienda el CDC, en base a los resultados de estudios de suplementación en poblaciones europeas (16), la prevalencia de anemia en ese período se reduce a 14.1%.

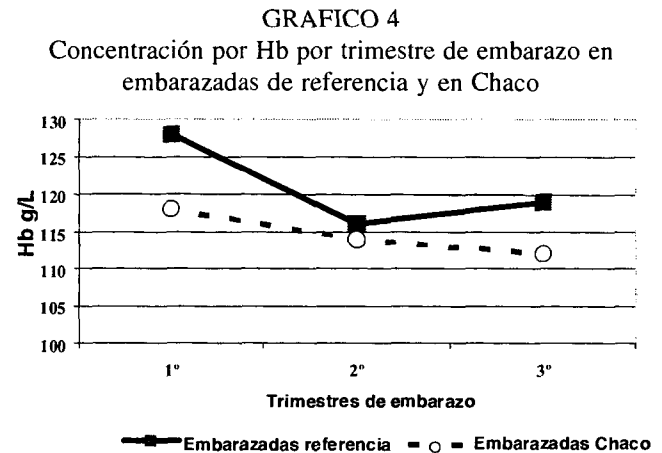
Dada la controversia existente con respecto a los límites de inclusión de parámetros hematológicos durante el embarazo para definir anemia y DH, se presentan las frecuencias acumuladas de casos por trimestre de embarazo tanto para Hb como para ferritina. (Gráficos 2 y 3).

En ambos se observa un desplazamiento en la distribución de Hb y ferritina hacia valores mas bajos en los sucesivos

trimestres de embarazo. El desplazamiento es más notable especialmente para ferritina entre el 1° y 2° trimestre (un incremento de 87% de mujeres con valores  $< 12 \mu\text{g/L}$ ) el cual no es explicable por la expansión plasmática acelerada entre las semanas 12-13 hasta las semanas 20-21 de embarazo (17) ya que el incremento relativo de valores bajos es mayor que el de Hb en el mismo período (52%). Sin embargo, no nos es posible determinar en qué medida el desplazamiento de las curvas refleja el agotamiento de las reservas de hierro, con un real descenso de la Hb, en relación con la hemodilución por expansión plasmática.

En el Gráfico 4 se calcularon para la edad gestacional promedio en cada trimestre los promedios de hemoglobina y se los comparó con los valores de referencia del CDC en mujeres europeas suplementadas con hierro durante el embarazo para igual momento de la gestación. Puede observarse que en todos los puntos los promedios obtenidos en nuestro estudio son inferiores a los esperados en mujeres sanas suplementadas con hierro. Las diferencias en el segundo y tercer trimestre son esperables, en tanto el uso de suplementos en las embarazadas de nuestro estudio fue muy bajo. Pero los datos del primer trimestre indican claramente que nuestras mujeres entran al embarazo con 10 g/L menos de Hb que la población de referencia, sugiriendo un estado de déficit de hierro y AF aún antes del embarazo. Diversos estudios realizados en Salta, Corrientes, el Gran Buenos Aires y Tierra del Fuego muestran 41%, 34%, 28% y 11% de anemia en mujeres en edad fértil, respectivamente (18). En las dos últimas localidades las reservas de hierro estaban depauperadas (ferritina sérica  $< 12 \mu\text{g/L}$ ) en 36% y 18%. Estas cifras sugieren que una gran proporción de mujeres en edad fértil entran al embarazo con reservas de hierro inadecuadas. La pendiente entre los promedios de Hb entre 1° y 2° trimestre es más plana que la de la referencia, lo que podría indicar una menor capacidad de expansión plasmática en este período. Entre los trimestres 2° y 3°, el promedio de Hb tiende a subir en la población de referencia en tanto que en los datos aquí presentados continúa descendiendo. Este comportamiento tanto de la Hb como de la ferritina entendemos refleja el rápido deterioro de las reservas de, ya precarias al inicio del embarazo, como consecuencia de la alta demanda en la segunda mitad del mismo. El alto valor predictivo negativo encontrado (84%) para ferritina en relación a Hb indica la importancia de mantener ferritinas por encima de  $12 \mu\text{g/L}$  para evitar la aparición de anemia.

Teniendo en cuenta que los requerimientos de hierro en el primer trimestre de embarazo son similares a los previos al mismo (19) y que la expansión plasmática es incipiente, puede asumirse que el estado nutricional de hierro encontrado en las embarazadas en ese período refleja la situación de las mujeres previa al embarazo.



Por lo tanto, 17% de las mujeres en edad fértil no embarazadas en la provincia son anémicas y 40% deficientes de hierro o con reservas insuficientes. Esta situación es particularmente grave en tanto se trata de una población con una alta proporción de mujeres con corto intervalo intergenésico (45%  $< 2$  años) y 23% de embarazadas con menos de 20 años de edad, muchas de las cuales transcurren su embarazo durante su adolescencia, período en el cual confluyen 2 momentos de altas necesidades de hierro (20).

La DH y la AF materna se han asociado en estudios epidemiológicos con incremento del riesgo de prematuridad y retardo del crecimiento intrauterino, especialmente cuando se presentan en la primera mitad del embarazo (21-24). Aún con las consideraciones hechas precedentemente sobre la dificultad de interpretar la proporción de mujeres con DH y anemia, la proporción de ellas con DH en la primera mitad del embarazo afecta a más de la mitad de las embarazadas. Es posible que este riesgo esté involucrado en la alta proporción de niños nacidos con peso inferior a 2.500 g (9.7%), obtenido en este estudio en la encuesta de niños en relación a 7% en el promedio nacional (25).

Es de destacar la baja prevalencia de casos con Hb  $< 90 \text{ g/L}$  (Gráfico 2), límite de Hb a partir del cual los riesgos de mortalidad y complicaciones materno-fetales aumentan exponencialmente (3). Se reconoce que la deficiencia de hierro de origen alimentario exclusivo no produce anemias severas (Hb  $< 70 \text{ g/L}$ ) excepto en situaciones extremas, no encontradas en la población estudiada. La anemia severa se observa cuando existen otros factores etiológicos como malaria, uncinariosis severa ó SIDA (26).

También los valores altos de Hb (superiores a  $125 \text{ g/L}$ ) en el tercer trimestre de embarazo se han asociado a riesgo de enfermedad hipertensiva (pre-eclampsia y eclampsia) y a insuficiente crecimiento fetal probablemente debido a la incapacidad de la mujer de expandir su volumen sanguíneo

con la consiguiente disminución de la perfusión placentaria (20,27). En nuestra población se encontró un 12,5 % de mujeres con valores de Hb por encima de este valor en el tercer trimestre, proporción similar a la reportada en otros estudios.

El nivel educativo materno y el intervalo intergenésico inferior a 1 año son las variables que mostraron mayor fuerza de asociación tanto con anemia como con DH. A su vez, el espaciamiento entre embarazos es una variable fuertemente asociada al nivel educativo. Entre las mujeres que no completaron la escolaridad primaria 15% eran primíparas y 40% tenía un hijo menor de un año en tanto que en las madres que habían completado la secundaria estas proporciones fueron 42% y 21% respectivamente. La proporción de madres con deficiencia de hierro en algún momento del embarazo resultó cercano a 50% cuando el intervalo intergenésico fue inferior a 3 años, mostrando a partir de este límite un progresivo descenso hasta 30% en las primíparas.

Por todo lo anterior es necesario realizar intervenciones que contemplen tanto el período preconcepcional como el embarazo y el post-parto, o todo el período intergenésico.

Dado que 33% de las mujeres pertenecen a hogares con ingresos per cápita mensuales diarios cercanos a \$1 por día, es posible que la promoción del consumo de carnes y otras fuentes de hierro hemínico encuentre algunas restricciones.

La fortificación de alimentos, especialmente la harina de trigo, resulta así una medida de elección por la escasa o nula incidencia de esta medida en el costo de la canasta de alimentos familiar y en el sistema de salud. Otras alternativas a explorar son la suplementación preventiva con hierro y otros nutrientes (por ejemplo ácido fólico y zinc) en mujeres en edad fértil (28), durante el embarazo y la lactancia (26,29).

A mediano plazo la intervención más recomendable es mejorar el nivel educativo de las mujeres, indicador universalmente asociado positivamente con mejoras en salud y nutrición.

La baja adherencia a la suplementación durante el embarazo requiere que las estrategias a implementar contemplen la capacitación de los equipos de salud y el empoderamiento de las comunidades. Algunas de las estrategias aquí propuestas están en ejecución en la provincia de Chaco, como parte de la cooperación entre el gobierno de dicha provincia y UNICEF. Ya se han capacitado 1500 agentes de salud y se está desarrollando una experiencia de gestión asociada con la comunidad en la prevención de anemia.

#### AGRADECIMIENTO

Al Centro de Estudios Latinoamericanos de la Universidad de California, en Berkeley por facilitar y financiar parcialmente la participación del Dr. Viteri en este estudio.

#### REFERENCIAS

1. UNICEF/ UNU/WHO/MI Technical Workshop. Preventing Iron Deficiency in Women and Children. Technical Consensus on Key Issues. New York. 1998
2. Viteri FE. Prevention of Iron Deficiency. In Prevention of micronutrient deficiencies. Tools for policymakers and public health workers. Institute of Medicine. National Academy Press. (45-102) Washington. 1998.
3. Brabin B, Hakimi M, Pelletier D. An analysis of anemia and pregnancy- related maternal mortality. J of Nutrition. 2001;131 2SII.
4. Scholl TO, Hediger M.L, Fisher RL. Anemia versus iron deficiency: increased risk of preterm delivery in a prospective study. Am J Clin Nutr, 1992;55, 985- 992.
5. Kilbride J, Parapia TG, Khoury SA, Shuqaidef SW, Jerwood D. Anaemia during pregnancy as a risk factor for Iron-deficiency: a case control study in Jordan. International Journal of Epidemiology. 1999; 28: 461-468.
6. Losoff B, Jimenez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavioral and developmental outcome more than ten years after treatment for iron deficiency in infancy. Pediatrics, 2000,105 (4): E 51.
7. Preziosi P, Prual A, Galan P, Daouda H, Boureima H, Hercberg S. Effect of iron supplementation on the iron status of pregnant women: consequences for newborns. Am J Clin Nutr. 1998 Aug;68(2):404-5
8. Mahomed K. Iron supplementation in pregnancy (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, 3, 2001. Oxford: Update Software.
9. INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991. Buenos Aires 1994.
10. Dirección de Estadística e Información en Salud. 5- 42. Ministerio de Salud de Argentina.
11. World Health Statistics Quarterly, Vol. 44, No. 3, 1991, pg. 101.
12. Kish L. Survey Sampling. Wiley, 1967, pg. 89.
13. WHO/UNICEF/UNU Consultation on Indicators and strategies for iron deficiency and anaemia programmes. Geneva. 1994
14. CESNI. (1995). Proyecto Tierra del Fuego. Diagnóstico basal de salud y Nutrición. CESNI- Fundación Jorge Macri. Buenos Aires.
15. Mora JO, Mora OL.. Deficiencias de Micronutrientes en América Latina y El Caribe. Anemia Ferropriva. 1999. OPS/ USAID.
16. CDC. CDC criteria for anemia in children and childbearing-aged women. MMWR, 1989, 38:400-404.
17. Steer P. Maternal hemoglobin concentration and birth weight. Am J Clin Nutr 2000, 7 Suppl: 1285S-7S
18. O'Donnell A, Carmuega E y Durán P. Deficiencia de hierro en la Argentina. En: Deficiencia de hierro. Desnutrición oculta en América Latina. A. O'Donnell, F. E. Viteri y E. Carmuega, Editores. CESNI, 1997. pp 297 - 312)
19. FAO. Necesidades de Vitamina A, hierro, folato y Vitamina B12. Informe de una Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos 1991.

20. Beard JL. Iron requirements in Adolescents Females. *J Nutr* 130 440S-442S. 2000.
21. Scholl TO, Reilly T. Anemia, iron and pregnancy outcome. *J Nutr* 2000 Feb;130(2S Suppl):443S-447S.
22. Allen LH. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 2000 May; 71 (5 Suppl): 1280S-4S.
23. Zhou LM, Yang WW, Hua JZ, Deng CQ, Tao Y, Stoltfus R. Relation of hemoglobin measured at different times in pregnancy to preterm birth and low birth in Shangai, China. *Am J Epidem* 1998;148:998-1006.
24. Murphy JF, O'Riordan J, Newcombe RG, Coles EC, Pearson JF. Relation of Hb levels in first and second trimesters of pregnancy. *Lancet* 1 992-995. 1996.
25. Estadísticas Vitales y de Salud. Ministerio de Salud y Bienestar Social de la Nación. 1999.
26. Fleming AF. Agriculture-related Anaemias. *Brit J Med Sci*. 1994;51:345-357.
27. Yip R. Significance of an abnormally low or high hemoglobin concentration during pregnancy: special consideration of iron nutrition. *Am J Clin Nutr* 2000. 72 (Suppl) 272S- 279 S.
28. Viteri FE. Effective iron supplementation does not happen in isolation. (letter) *Am J Clin Nutr* 65: 889-890. 1997.
29. Stoltzfus R, Dreyfuss ML. Guidelines for the use of iron supplements to prevent and treat iron deficiency anemia. INACG/WHO/ UNICEF. 1998.

Recibido: 27-11-2001

Aceptado: 28-06-2002

## Consumo de ácido ascórbico y niveles séricos en hombres adultos fumadores y no fumadores de la CD. de Hermosillo, Sonora, México

*Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt, Javier Saavedra, Alicia Ornelas*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora, México

**RESUMEN.** El ácido ascórbico es uno de las antioxidantes más importantes a nivel extracelular, sin embargo su papel preventivo de enfermedades degenerativas se puede comprometer al disminuir sus niveles séricos. Bajos valores de ácido ascórbico sérico se han reportado en hombres fumadores. En el presente estudio se estimó la ingestión de ácido ascórbico en 25 hombres adultos sanos de Hermosillo, Sonora, México, divididos en dos grupos: fumadores y no fumadores; se compararon los niveles séricos de ácido ascórbico de los dos grupos y se midió el efecto de fumar sobre dichos niveles. El consumo de ácido ascórbico se estimó utilizando un recordatorio de 24 h y la base de datos Nutritionist IV, mientras que el ácido ascórbico sérico se cuantificó con el método de la 2,4-dinitrofenilhidrazina. El consumo de ácido ascórbico en los fumadores fue de  $64 \pm 11$  mg/d, mientras que en los no fumadores fue de  $70 \pm 12$  mg/d. Los fumadores no alcanzaron la recomendación de 100 mg diarios. Los niveles séricos fueron de  $24.2 \pm 6.9$   $\mu\text{mol/L}$  y de  $30.9 \pm 3.7$   $\mu\text{mol/L}$  para fumadores y no fumadores, respectivamente, sin diferencia estadística significativa. A pesar de que los valores medios de los grupos estudiados se sitúan dentro del rango normal se observó que fueron inferiores a los valores normales reportados en otros estudios, y que el 50% de los sujetos fumadores clasificaron como sujetos en riesgo de deficiencia. La correlación entre el consumo de ácido ascórbico y sus niveles séricos solo se observó en los fumadores ( $r=0.71$ ;  $p=0.03$ ). Los resultados obtenidos indican que el bajo consumo y los bajos niveles séricos de ácido ascórbico en los fumadores podrían colocar a este grupo de sujetos en riesgo de desarrollar enfermedades crónicas.

**Palabras clave:** Consumo de ácido ascórbico, ácido ascórbico sérico, fumadores, no fumadores.

**SUMMARY. Serum and dietary ascorbic acid levels in smokers and non-smokers in Hermosillo, Sonora, México.** Ascorbic acid is one of the important antioxidant nutrients that can aid in the prevention of oxidative cellular damage. Adequate dietary intake is essential as humans can not synthesize this vitamin. It has been reported that smokers require higher dietary intakes to maintain their serum levels. The objective of this study was to determine serum levels of ascorbic acid in young male smokers and non smokers in the city of Hermosillo, Sonora, Mexico. In addition, their dietary intake of ascorbic acid was determined by a 24 h dietary recall. The dietary intake of ascorbic acid in 12 smokers was  $64 \pm 11$  mg/d and in 13 non smokers it was  $70 \pm 12$  mg/d. The smokers in this study did not meet the dietary recommendation of 100 mg/d. Serum ascorbic acid values in smokers and non smokers were  $24.2 \pm 6.9$   $\mu\text{mol/L}$  and  $30.9 \pm 3.7$   $\mu\text{mol/L}$  respectively. No significant difference was found among the 2 groups. Although the average serum ascorbic acid values fell within the range considered normal, 50% of the smokers had individual values that were below 23  $\mu\text{mol/L}$ , indicating that these subjects have hypovitaminosis. A positive correlation between intake and serum levels was obtained for smokers ( $r=0.71$ ;  $p=0.03$ ). The results of this study suggest smokers may be at increased risk for chronic diseases due to their low intake and low serum levels of ascorbic acid.

**Key words:** Dietary intake, serum ascorbic acid, smokers, non smokers.

### INTRODUCCION

El ácido ascórbico (vitamina C) es uno de las antioxidantes más importantes a nivel extracelular (1). Su capacidad para liberar y captar hidrógeno le permite intervenir en una gran cantidad de reacciones que cubren áreas tanto a nivel de absorción intestinal como inmunológico. A nivel celular protege contra daños relacionados a los radicales libres ya que gracias a su propiedad antioxidante estabiliza la reactividad potencialmente dañina de los radicales libres

(2,3). Sin embargo, en algunas ocasiones la producción de radicales libres se eleva como producto del metabolismo celular, del metabolismo de ciertas drogas o porque son ingeridos o inhalados desde el medio ambiente (4). En estas situaciones se observa un desequilibrio entre antioxidantes y radicales libres que favorece la aparición de enfermedades. En los fumadores, la inflamación celular debida al humo de los cigarrillos origina la liberación de radicales libres, que a su vez causan lesiones pulmonares (5).

La recomendación dietaria de ácido ascórbico (60 mg/día) (6) y aún su papel preventivo frente a enfermedades degenerativas queda prácticamente asegurado con el consumo de cítricos y algunas frutas y vegetales frescos. Sin embargo, Stegmayr et al (2) reportaron bajos valores de vitamina C en plasma de hombres fumadores como resultado de una baja ingesta de frutas y vegetales y de una mayor demanda de la vitamina. En base a esas consideraciones se plantearon como objetivos de este estudio: estimar la ingestión de ácido ascórbico en dos grupos de hombres adultos de Hermosillo, Sonora, México: fumadores y no fumadores; comparar los niveles séricos de ácido ascórbico de los dos grupos de estudio y medir el efecto de fumar sobre dichos niveles séricos.

## MATERIALES Y METODOS

### Sujetos

En el estudio participaron 25 hombres sanos, de 18 a 50 años, sin suplementos alimenticios ni medicamentos. Trece de ellos eran no fumadores y los restantes eran fumadores activos con un consumo aproximado de 12 a 15 cigarrillos diarios. Se obtuvo el consentimiento de cada uno de ellos para participar en el estudio. El día de la entrevista se tomó la muestra de sangre y se aplicó un recordatorio dietario de 24h.

### Consumo de alimentos

Se utilizó el método de recordatorio de 24 h para obtener el consumo de alimentos de las últimas 24 h, utilizando modelos de alimentos y de utensilios de cocina para ayudar a determinar los tipos de alimentos, su forma de preparación y el tamaño de las porciones. Para estimar la ingestión de nutrimentos, los alimentos se analizaron en la base de datos Nutritionist IV (7).

### Acido ascórbico sérico

#### Obtención de la muestra

De cada sujeto en ayunas se obtuvieron, por punción venosa, 5 ml de sangre total en tubos Vacutainer (Becton Dickinson, Rutherford, New Jersey) sin anticoagulante. La sangre se reposó durante 30 minutos a temperatura ambiente, se centrifugó a 500 x g durante 15 min a 25°C (Beckman GS-15R, México D. F., México) y se obtuvo el suero por decantación.

#### Extracción del ácido ascórbico

El suero obtenido anteriormente se trató con ácido metafosfórico (MPA) (6g/100 ml) (Merck de México S. A., México, D.F., México) en una relación 1:4 para la desproteización del suero y la conservación del ácido

ascórbico, el suero con MPA se mezcló muy bien con la ayuda de un vortex (Scientific Industries, Inc. New York, USA) y se centrifugó a 400 x g por 20 min a 4°C, obteniéndose por decantación el suero desproteizado.

### Reactivos

(a) 2,4-dinitrofenilhidrazina, 2.2 g/100 ml (Merck, Darmstadt, Germany) (2,4-DNFH). (b) Solución de tiourea, 5 g/100 ml (Merck, Darmstadt, Germany). (c) Solución de sulfato de cobre, 1 g/100 ml (Merck de México, S. A., México, D.F., México). (d) Reactivo DTC. Dinitrofenilhidrazina-Tiourea-Sulfato de Cobre. Se combinaron 10 ml de la solución de tiourea, 10 ml de la solución de sulfato de cobre y 200 ml del reactivo 2,4-DNFH, se mezcló y almacenó a 4°C.

### Preparación del suero control

Se preparó un suero control mezclando diferentes sueros, se separaron varias alícuotas y se congelaron con el fin de utilizar una alícuota diaria como control durante el análisis de las muestras problemas.

### Cuantificación del ácido ascórbico sérico

El análisis se realizó de acuerdo al método de la 2,4-dinitrofenilhidrazina (8). A 1.6 ml de suero se les agregaron 0.540 ml del reactivo DTC, se mezcló en un vortex por 1 min y se incubó 20 h a 27° C en un baño maría (Buchi 461, Brinkman Instruments, Westbury, New York, USA). Terminado el tiempo de incubación se removieron los tubos del baño a un depósito con hielo y se agregaron 2.6 ml de ácido sulfúrico al 65% (Merck de México S. A., México, D.F., México). Se mezclaron con la ayuda de un vortex y se reposaron por 10 min. Después se mantuvieron a temperatura ambiente de 30 a 45 min y se midieron las absorbancias de las muestras en un espectrofotómetro (Perkin-Elmer Junior Modelo 35, Oak Brook, Illinois 60521, USA) a una longitud de onda de 520 nm.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico NCSS60 (9). Se utilizó la prueba student t para analizar las diferencias entre los grupos. Se realizó un análisis de correlación para establecer la relación de ingestión y niveles séricos de ácido ascórbico.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan las características de los sujetos de estudio, observándose diferencias significativas en peso y talla ( $p=0.01$ ) entre los dos grupos. Es importante aclarar que sólo se precisó que los sujetos fueran adultos de 18 a 50 años y que no se midió el efecto que las características físicas pudieran presentar sobre los niveles séricos de ácido

ascórbico. En la misma tabla se presenta la ingestión de nutrimentos de los hombres adultos fumadores y no fumadores, estimada en la base de datos Nutritionist IV (7). Se observaron diferencias no significativas entre los dos grupos de estudio para los valores de energía, proteína y grasa, sin embargo el consumo de nutrimentos fue menor en los fumadores. Margetts y Jackson (10) reportaron que la ingesta de grasa insaturada, proteína, carbohidratos y ácido ascórbico fue menor en los fumadores de tal manera tienen un mayor riesgo de enfermedades crónicas debido a sus patrones dietarios y a no cubrir demandas específicas de nutrimentos.

TABLA 1

Características físicas y consumo estimado<sup>1</sup> de nutrimentos en sujetos adultos fumadores y no fumadores (Media  $\pm$  SE)

	Fumadores	No fumadores
	n= 12	n=13
Edad (años)	34.7 $\pm$ 9a	29 $\pm$ 9 a
Peso (kg)	86 $\pm$ 10 b	76 $\pm$ 9a
Talla (m)	1.79 $\pm$ 0.03b	1.73 $\pm$ 0.06a
Energía (kcal/d)	2273 $\pm$ 237a	2985 $\pm$ 275a
Proteína (g/d)	98 $\pm$ 11a	120 $\pm$ 15a
Grasa (g/d)	84 $\pm$ 16a	114 $\pm$ 14a
% kcal de carbohidratos	51 $\pm$ 3a	52 $\pm$ 2b
% kcal de proteína	17 $\pm$ 2a	15 $\pm$ 1b
% kcal de grasa	30 $\pm$ 3a	32 $\pm$ 2b

<sup>1</sup> Estimado en la base de datos Nutritionist IV(7). a,b Superíndices iguales entre columnas indican diferencias no significativas; p<0.05

Al comparar el porcentaje de energía aportada por los carbohidratos, las proteínas y la grasa de las dietas de los no fumadores con la de los fumadores se encontró diferencia estadística significativa entre los dos grupos (p=0.05) (Tabla 1). Sin embargo, al comparar los valores obtenidos con los recomendados por The Select Committee on Nutrition and Human Needs (11) (30% de las kilocalorías aportadas por grasa, 12% por proteínas y 58% por carbohidratos) se observaron diferencias menores que las de las dietas de países más industrializados, gracias al alto consumo de fibra dietética característico de la dieta Mexicana. Respecto a estudios previos realizados en dietas mexicanas, nuestros resultados coinciden con los reportados por Wyatt et al (12) en dietas regionales del Noroeste de México.

El consumo promedio de ácido ascórbico en los fumadores fue de 64  $\pm$  11 mg/d, y de 70  $\pm$  12 mg/d para los no fumadores participantes en el estudio, con diferencia estadística significativa entre los dos grupos (p=0.01) (Tabla 2). La recomendación de consumo del subcomité de la RDA (6) es de 100 ó más mg diarios para hombres fumadores y de 60 mg/d para no fumadores. Considerando el valor medio de

consumo de los grupos participantes en este estudio se observó que la recomendación fue cubierta solo por los no fumadores, sin embargo, al considerar los valores individuales el 54% de dicho grupo no alcanzó la recomendación, al igual que el 83% de los fumadores (Tabla 2). En la mayoría de los estudios reportados en la literatura los fumadores tuvieron una ingestión de ácido ascórbico menor que los no fumadores. Giraud et al (13) reportaron consumos de 85 mg/d y de 107 mg/d para fumadores y no fumadores respectivamente, mientras que Bolton-Smith et al (14), publicaron 49.4 y 66.1 mg/d para sujetos igualmente clasificados. Schectman (15), reportó una ingestión de 78 mg/d para fumadores y 110 mg/d para no fumadores.

TABLA 2

Consumo estimado y valores séricos de ácido ascórbico en hombres fumadores y no fumadores (media  $\pm$  SE)

	Fumadores	No fumadores
Consumo de ácido ascórbico (mg/d)	64 $\pm$ 11a	70 $\pm$ 12b
Sujetos que no alcanzan la recomendación de consumo (%)	83	54
Acido ascórbico sérico ( $\mu$ mol/L)	24.2 $\pm$ 6.9a	30.9 $\pm$ 3.7a
Sujetos con valores Normales (>23 $\mu$ mol/L) <sup>1</sup> (%)	50	77
Sujetos con hipovitaminosis (1)		
Riesgo moderado (11-23 $\mu$ mol/L) (%)	8.3	7.7
Alto riesgo (<11 $\mu$ mol/L) (%)	41.6	15.4

<sup>1</sup> Clasificación Schectman G, 1992. a,b Superíndices iguales entre columnas indican diferencias no significativas; p < 0.05

La concentración de ácido ascórbico en el suero de los fumadores y de los no fumadores fue de 24.2  $\pm$  6.9  $\mu$ mol/L y 30.9  $\pm$  3.7  $\mu$ mol/L respectivamente, sin diferencia estadística significativa (Tabla 2). Las diferencias de ácido sérico entre los dos grupos de estudio permanecieron no significativas aún después de ajustar por peso y consumo de energía. Los resultados individuales de ácido ascórbico sérico mostraron una tendencia de valores más bajos en el grupo de los fumadores. Al hacer una comparación de los datos publicados por varios autores se pueden observar diferencias acentuadas entre los valores promedios de ácido ascórbico sérico en fumadores y no fumadores. Giraud et al (13) reportaron 56  $\mu$ mol/L para fumadores y 75  $\mu$ mol/L para no fumadores, mientras que Bolton-Smith et al (14) publicaron valores de 18.4  $\mu$ mol/L y de 37.0  $\mu$ mol/L para fumadores y no fumadores, respectivamente. Schectman, (15) reportó 46  $\mu$ mol/L de vitamina C en suero de fumadores y 65  $\mu$ mol/L en no fumadores. Como se puede observar, esos resultados presentan niveles séricos más elevados que los de este estudio,

excepto los fumadores señalados por Bolton-Smith et al (14) y por Mezzetti et al (16) quienes reportaron 15.5  $\mu\text{mol/L}$  para fumadores y 24.5  $\mu\text{mol/L}$  para no fumadores. El hecho de utilizar diferentes métodos de análisis podría ser una causa de esas diferencias. Aún así, todos los resultados coinciden en cuanto a observar valores más bajos de ácido ascórbico sérico en fumadores que en no fumadores.

En 1989, Steinberg et al (17) reportaron como rango normal de vitamina C en suero valores de 23-56  $\mu\text{mol/L}$ . Schectman (15) clasificó a los sujetos con valores séricos de ácido ascórbico inferiores a 11  $\mu\text{mol/L}$  como de alto riesgo de deficiencia clínica, valores entre 11 y 23  $\mu\text{mol/L}$  como de riesgo moderado de deficiencia, y valores inferiores a 23  $\mu\text{mol/L}$  los definió como con hipovitaminosis de vitamina C. Atendiendo a esa clasificación, los valores medios de los grupos de este estudio se sitúan dentro del rango normal, sin embargo en la Tabla 2 se puede observar que el 50% de los sujetos fumadores y el 23% de los no fumadores se consideran sujetos en riesgo de deficiencia dado que tuvieron valores inferiores a los 23  $\mu\text{mol/L}$ .

La correlación entre el consumo de ácido ascórbico y sus niveles séricos, en este estudio, solo se observó en los fumadores ( $r=0.71$ ;  $p=0.03$ ). En las publicaciones revisadas, los autores coinciden en señalar que los bajos niveles de ácido ascórbico encontrados en fumadores son consecuencia de una mayor demanda de antioxidantes séricos necesarios para contrarrestar una mayor concentración de oxidantes plasmáticos. Mezzetti et al (16) confirmaron, además, la existencia de una fuerte correlación inversa entre los niveles de peróxidos lipídicos y de ácido ascórbico plasmático. En nuestro estudio pudimos observar niveles séricos inferiores a los 11  $\mu\text{mol/L}$  en el 41.6% de los fumadores (contra el 15.4% de los no fumadores), lo cual podría atribuirse a que, aunado a un bajo consumo de ácido ascórbico, en los fumadores existe una mayor demanda de ácido ascórbico (Tabla 2).

### CONCLUSIONES

El consumo de ácido ascórbico en los fumadores,  $64 \pm 11$  mg/d, no alcanzó a cubrir la recomendación de 100 mg diarios. Los valores medios de ácido ascórbico sérico de los dos grupos estudiados se sitúan dentro de los valores normales ( $24.2 \pm 6.9$   $\mu\text{mol/L}$  para fumadores y  $30.9 \pm 3.7$   $\mu\text{mol/L}$  para no fumadores), aunque de acuerdo a la clasificación de Schectman (15) y a los valores individuales de los participantes, el 50% de los fumadores se consideraron en riesgo de deficiencia. Por lo cual, el hecho de que los fumadores participantes en este estudio no alcancen a cubrir la recomendación de consumo, ni los niveles séricos de ácido ascórbico, podría colocarlos en riesgo de desarrollar enfermedades crónicas.

### REFERENCIAS

- Langseth L. Oxidants, Antioxidants and Disease Prevention. International Life Sciences Institute. Washington, D. C. 1995.p.4-5.
- Stegmayr B, I Johansson, F Huhtasaari, U Moser, K Asplund. Use of smokeless tobacco and cigarettes-effects on plasma levels of antioxidant vitamins. *Internat J Vit Nutr Res* 1993;63:195-200.
- Preston AM. Cigarette smoking-nutritional implications. *Progress in Food and Nutr Sci* 1991;15:183-217.
- Bendich A. Immunity and Infection. In: *Natural Antioxidants in Human Health and Disease*. Balz Frei Ed. Academic Press. Inc. San Diego, CA. 1994; p. 447-452.
- Halliwel B. Cigarette smoking and health: a radical view. *J R Soc Health* 1993;113 : 91- 96.
- National Academy of Sciences. *National Research Council. Recommended Dietary Allowances*. 10 th Ed. Washington. D. C. 1989.
- Nutritionist IV. First Data Bank, The Hearst Corporation, San Bruno, CA. 1996.
- Roe JH and CA Kuether. Determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2,4-dinitrophenylhydrazine derivative of dehydroascorbic acid. *J Biol Chem* 1943;147:399- 407.
- NCSS 97. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville, UT. 1997.
- Margetts BM, AA Jackson. Interactions between people's diet and their smoking habits: The dietary and nutritional survey of British adults. *Brit Med J* 1995;307:1381-1384.
- SCNHN (Select Committee on Nutrition and Human Needs, U.S. Senate). *Dietary Goals for the United States*, 2nd ed., U.S. Government Printing Office, Washington, DC. 1977.
- Wyatt C Jane, RO Méndez, MA Triana, JM Meléndez. Protein, energy, fat and mineral composition of diets for low income adults in Sonora, México. *J Agric Food Chem* 1995;43: 2636-2640.
- Giraud DW, HD Martin, JA Driskell. Plasma and dietary vitamin C and E levels of tobacco chewers, smokers, and non users. *J Amer Diet Asso* 1995;95:798-800.
- Bolton-Smith C, CE Casey, KF Gey, WCS Smith, H Tunstall-Pedoe. Antioxidant vitamin intakes assessed using a food-frequency questionnaire: Correlation with biochemical status in smokers and non-smokers. *Brit J of Nutr* 1991;65:337-346.
- Schectman G. Estimating ascorbic acid requirements for cigarette smokers. *Ann New York Acad Sci* 1992;503:335-346.
- Mezzetti A, D Lapenna, S Pierdomenico, A Calafiore, F Costantini, G Riario-Sforza, T Imbustaro, M Neri, F Cucurullo. Vitamins E, C and lipid peroxidation in plasma and arterial tissue of smokers and non-smokers. *Atherosclerosis* 1995;112:91-99.
- Steinberg D, S Pathasarthy, TE Carew, JC Khoo, JL Witzturm. Beyond cholesterol: modifications of low-density lipoproteins that increase its atherogenicity. *N Engl J Med* 1989;320:915-924.

Recibido: 17-10-1999

Aceptado: 19-06-2002

## Dietas desequilibradas en niños preescolares: estudio en un jardín integral de la provincia de Buenos Aires, Argentina

Patricia N. Rodríguez, Susana N. Zeni, Cristina E. Suárez, Andres G. Ferreira Monteiro,  
María Luz Pita Martín de Portela, Silvia M. Friedman y Fima Lifshitz

Facultad de Odontología, Facultad de Farmacia y Bioquímica-Universidad de Buenos Aires, Argentina  
Miami Children's Hospital, Miami-Florida, USA

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto metabólico de dietas desequilibradas, bajas en grasa, suministradas en jardines integrales a niños de edad preescolar. Se estudiaron 82 niños (40 niñas y 42 varones) de 2 a 5 años de edad, con necesidades básicas insatisfechas, que concurren a un Jardín Integral de Matanza, Argentina. Transversalmente se midieron el peso (P), la altura (T) y composición corporal (por bioimpedancia) y se estimó el metabolismo energético (ME). Los resultados se expresaron como puntaje Z del P y T para edad (ZPE y ZTE). Se determinó el factor de crecimiento 1 similar insulínico (IGF-1) sérico y la relación Zinc/Hemoglobina (Zn/Hb) en sangre total. El 73,2% de la población estudiada presentó adecuación (A) de peso según ZPE, un 13,4% presentó déficit (D) de peso, y un 13,4% sobrepeso (S). El 8,5% presentó simultáneamente déficit de peso y talla. El grupo S presentó un contenido porcentual de grasa significativamente mayor que los otros grupos, menor contenido de masa magra ( $p < 0,05$ ) y mayor metabolismo energético. Los valores de IGF-1 sérico fueron significativamente menores en los niños de 4 a 5 años con déficit de talla respecto a los que tenían talla adecuada ( $p < 0,01$ ). La relación Zn/Hb no presentó diferencia significativa entre los distintos grupos. El elevado porcentaje de niños con déficit de ZPE y ZTE evidencia el impacto metabólico negativo de dietas desequilibradas consumidas en comedores integrales. Se propone mejorar las dietas, aumentando la eficiencia de los recursos asignados con el propósito de lograr un óptimo crecimiento y desarrollo de los mismos.

**Palabras clave:** Dietas desequilibradas, IGF-1, metabolismo energético, composición corporal, zinc, niños preescolares.

**SUMMARY. Imbalance diets: Study in children age 2 to 5 years attending a day-care center in the Province of Buenos Aires, Argentina.** The purpose of this study was to investigate the impact of low fat diets in children aged 2 to 5. Eighty two children (40 females and 42 males) attending a school cafeteria (Province of Buenos Aires, Argentina), in a cross sectional study, were evaluated. Body weight (W), height (H) and body composition (BC) by bioimpedance were recorded. The anthropometric raw data were processed as Z-score of the weight-for-age (WEZ) and of the height-for-age (HAZ). Serum insulin-like growth factor 1 (IGF-1) and Zinc/haemoglobin ratio (Zn/Hb) were also measured. Results showed that 73,2% of the children were adequate (A) according WEZ, 13,4% were lean (L) and 13,4% overweight (O). 8,5% presented simultaneously impairment in WEZ and HAZ. Body fat percentage and energy metabolism were higher in O than in L and A ( $p < 0,05$ ). Serum IGF-1's children -aged 4 to 5 years- with HAZ deficit were low than adequate HAZ ones. No statistical differences in Zn/Hb ratio between A, L and O were found. This cross sectional study suggests metabolic disorders in young children attending school cafeterias. These conclusions will allow to design balanced diets in order to optimize the resources, promote optimal growth and development and prevent adult diseases through dietary practices in childhood.

**Key words:** Imbalanced diets, IGF-1, energy metabolism, body composition, zinc, preschool children.

### INTRODUCCION

El crecimiento es un proceso biológico complejo, condicionado por factores genéticos, ambientales y nutricionales (1-3), en el que todos los órganos y tejidos participan mediante un aumento de las dimensiones del cuerpo (4). Mientras que el crecimiento ocurre por etapas a una determinada edad cronológica, existe una edad biológica que depende de la maduración química de los tejidos y de la adquisición de nuevas capacidades que es lo que se conoce como desarrollo (5).

Todo el crecimiento como el desarrollo se inician en la

concepción; cada etapa del proceso se apoya en adquisiciones de la etapa precedente y condiciona la siguiente. Para realizarse con éxito, los requerimientos biológicos deben satisfacerse en un tiempo dado y la pérdida de esa oportunidad provoca una falla irreversible. En el caso del niño, las deficiencias en las primeras etapas de la vida determinarán las características del adulto, así como el crecimiento y desarrollo de la siguiente generación. Por ello, niños con potencial genético de crecimiento similar pueden alcanzar estaturas y peso diferentes en su vida adulta como consecuencia del ambiente favorable o desfavorable en que hayan crecido, siendo la nutrición uno de los factores más importantes.

En Argentina el perfil de consumo de alimentos a nivel de los hogares y/o comedores escolares muestra una correlación con el nivel de ingresos. Las mayores diferencias están referidas al grupo de los cereales, sus derivados, féculas y raíces amiláceas, alimentos que aportan la mayor proporción del valor calórico de la dieta de los sectores de menor nivel de ingresos. Este sector de la sociedad de los “nuevos pobres”, conocidos como “pauperizados”, alberga un 60% de niños en el suburbio bonaerense así como en otros distritos del país (6,7).

Los comedores escolares constituyen la intervención directa en asistencia alimentaria de mayor alcance, pero a pesar de la gran cantidad de recursos involucrados, es poco lo que se sabe sobre el mejoramiento de las deficiencias o carencias alimentarias o del estado nutricional de los grupos asistidos (8,9).

Estudios realizados por nuestro grupo de trabajo en jardines de infantes integrales de la provincia de Buenos Aires, hallaron que las dietas desequilibradas – bajas en grasas – de consumo habitual en niños que concurren a los comedores escolares de estos jardines (10).

Además, estas dietas desequilibradas, bajas en grasa y elevadas en hidratos de carbono, son consumidas con fines terapéuticos por niños que padecen problemas metabólicos, en los cuales se ha observado un aumento en la incidencia de osteopatía (11).

Esto nos llevó a pensar que en los niños preescolares, que asisten a los jardines integrales, podrían existir también alteraciones en el metabolismo óseo y mineral.

Es bien sabido que la respuesta adaptativa a la subóptima ingesta de nutrientes es la desaceleración del crecimiento. Sin embargo, la evaluación del mismo mediante la antropometría requiere de la interpretación a través del análisis de la composición corporal (12). Adicionalmente, cabe esperar cambios sistémicos como consecuencia de la inadecuación alimentaria, como el factor de crecimiento 1 similar insulínico (IGF-1). El IGF-1 es un factor de crecimiento ubicuo, involucrado en la regulación del metabolismo, el crecimiento y diferenciación celular (13) y su concentración sérica es muy sensible a deficiencias calóricas y proteicas (14,15).

Por otra parte, en las últimas décadas, en países desarrollados y en vías de desarrollo se han identificado deficiencias marginales en zinc (Zn), en niños aparentemente sanos y/o en niños con bajas velocidades de crecimiento (16,17).

Hasta el momento, no existe información en niños preescolares que concurren a jardines integrales, acerca del impacto del consumo crónico de dietas desequilibradas sobre el crecimiento y la composición corporal y menos aún sobre los factores que regulan el metabolismo óseo.

## MATERIALES Y METODOS

### Población infantil

Se estudió transversalmente una población de 82 niños (40 niñas y 42 varones) en edad preescolar (2 a 5 años), pertenecientes a familias con necesidades básicas insatisfechas (NBI) que concurrían a un Jardín Integral Municipal de Rafael Castillo, partido de la Matanza, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, en el horario de 8 am a 5 pm. En dicho establecimiento los niños recibían desayuno, almuerzo y merienda.

*Criterio de inclusión:* población clínicamente sana; el estudio solamente se realizó con autorización consentida de los padres o tutor.

*Criterio de exclusión:* niños con desnutrición de tipo orgánica (diarreas, síndrome de mala absorción, enfermedades metabólicas, etc.).

### Antropometría

Se midió el peso corporal utilizando una balanza de pie CAM con una precisión de  $\pm 100$ g con ropa interior. La altura corporal se determinó mediante el estadiómetro de pie con una precisión de  $\pm 1$ mm. Ambas mediciones se realizaron a la misma hora después del desayuno, previo vaciamiento de la vejiga. Los pesos y las alturas de los niños se expresaron como índices antropométricos de puntaje Z de peso-edad (ZPE) y talla - edad (ZTE). Se consideró déficit cuando el valor del puntaje Z estuvo por debajo de 1 desvío estándar respecto de la mediana (18). Se utilizaron las curvas nacionales de crecimiento como patrón de referencia (19).

### Composición corporal

Se midió la composición corporal utilizando un equipo Maltron, que se basa en la medida de la impedancia eléctrica. Los resultados se expresaron como % de grasa, % de masa libre de grasa y % de agua. Con estos datos se estimó el metabolismo energético y se calculó el % de masa magra por diferencia entre los porcentajes de masa libre de grasa y de agua.

### Metodología bioquímica

Se les extrajo sangre del pliegue del brazo, en ayunas, la cual se recolectó en: 1) un tubo con EDTA como anticoagulante, previamente lavado con ácido nítrico (20%) y enjuagado con agua desionizada, para la determinación de Hb y Zn, 2) otro tubo donde se separó el suero para el dosaje de IGF-1.

Las determinaciones fueron las siguientes:

- IGF-1: La concentración sérica de IGF-1 se midió por duplicado con un ensayo inmunoradiométrico (IRMA) para humanos usando anti IGF-1 I<sup>125</sup>. Las muestras se sometieron a una extracción con etanol-ácido previo a una criocentrifugación, para disminuir la interferencia de las proteínas de enlace. La sensibilidad del método fue

de 0,80 ng/ml. El CV intraensayo fue del 3% al 55,35 ng/ml y 15% al 263,6 ng/ml. El CV interensayo fue del 1,5% al 53,84 ng/ml y 3,7% al 255,9 ng/ml.

- Zinc: Se determinó en sangre total, por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro Varian, modelo SpectraAA-20, con llama de aire-acetileno, ventana de 0,5 nm y longitud de onda de 213,9 nm. Se utilizó Cl<sub>2</sub>La, en una concentración de 6500 µg/ml, como supresor de interferencias (20).
- Hemoglobina: Se midió por el método de ciano-meta-hemoglobina (21). Se calculó la relación zinc/hemoglobina (Zn/Hb).

**Análisis estadístico**

Los resultados de composición corporal, IGF-1 y Zn/Hb se expresaron como la media ± desvío estándar (X ± DS). Todos los datos fueron analizados aplicando el ANOVA de un factor. Cuando se encontraron diferencias significativas, éstas fueron estadísticamente analizadas con el test de Student-Newman-Keuls como prueba "a posteriori", usando un programa de computación (INSTAT V 2.02). Los resultados se consideraron significativos a un nivel del 5% de probabilidad (22).

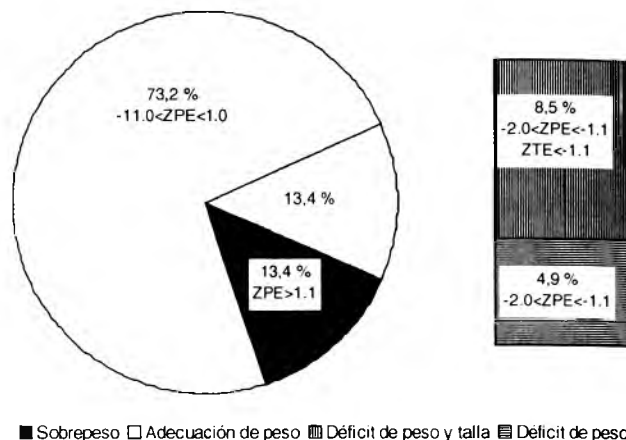
**RESULTADOS**

La población infantil se distribuyó de la siguiente manera: 49% de niñas y 51% de varones. No se encontraron diferencias significativas entre sexos en ningún parámetro estudiado. El 31,3% de los niños presentó entre 2 y 3 años de edad y el resto (68,7%) entre 4 y 5 años.

En la Figura 1 se muestra la distribución de la población según el puntaje Z del peso y de la talla para la edad. El 73,2% de la población estudiada presentó adecuación (A) de peso según ZPE, siendo la media ± el DS igual a 0,150 ± 0,517, el 13,4% presentó déficit de peso (DP, ZPE=-1,205 ± 0,803), y el 13,4% sobrepeso (S, ZPE= 1,284 ± 0,234). El 8,5% presentó simultáneamente déficit de peso y talla (DPyT), según ZPE y ZTE respectivamente.

Para el análisis de la composición corporal se agruparon los niños según ZPE. En la Tabla 1 se presentaron los valores obtenidos de porcentajes de grasa corporal, masa libre de grasa y agua corporal, % calculado de masa magra y metabolismo energético (ME). Como cabía esperar, el grupo de niños con sobrepeso presentó un contenido porcentual de grasa significativamente mayor que los otros grupos (p<0,05), con un menor contenido de masa magra (p<0,001) y una mayor eficiencia en la utilización de hidratos de carbono medida a través del metabolismo energético (p<0,01).

**FIGURA 1**  
Distribución de la población según puntaje Z del peso (ZPE) y la talla para la edad (ZTE)



**Tabla 1**  
Composición corporal de los niños, agrupados según puntaje Z de peso para la edad \*

Parámetro	Adecuado	Déficit	Sobrepeso
% grasa corporal †	18.01 ± 3.86a	17.76 ± 3.00a	22.98 ± 4.96b
% masa libre de grasa †	82.03 ± 3.88a	82.24 ± 3.02a	77.03 ± 4.96b
% agua corporal †	54.77 ± 3.71a	52.52 ± 3.63a	51.87 ± 5.46a
% de masa magra †	27.24 ± 1.56a	29.87 ± 1.51b	25.28 ± 1.66c
Metabolismo energético (kcal/día) †	882.2 ± 82.7a	813.2 ± 117.9a	996.1 ± 67.9b

\* cada valor corresponde a la media ± desvío estándar.  
† letras iguales en cada fila indican que no hay diferencias significativas (p<0.05).

Los valores de IGF-1 sérica se analizaron agrupando a los niños por rangos de edad y adecuación según ZTE (Figura 2). Los resultados mostraron valores significativamente menores (p<0.01) en los niños de 4-5 años de edad con déficit de talla respecto a los que tenían talla adecuada (78,2 ng/ml ± 35,8 vs. 187,7 ng/ml ± 98,0).

En el grupo de 2-3 años no se hallaron diferencias significativas entre los niños con déficit de talla (106,0 ng/ml ± 22,6) y los adecuados (136,5 ng/ml ± 98,2).

Para el cálculo de la relación Zn/Hb en sangre total se tuvieron en cuenta sólo los niños no anémicos (Hb ≥ 11,0 g/dl), que correspondieron al 90,5% de toda nuestra población (23). Cuando se agruparon por rangos de edad, los resultados fueron los siguientes: a) 2-3 años = 29,3 ± 6,4 ug Zn/g Hb, b) 4-5 años = 33,2 ± 8,8 ug Zn/g Hb). Al agruparlos de acuerdo a los grupos de la Figura 1 (Figura 3a y 3b), ni el contenido de Zn ni la relación Zn/Hb presentaron diferencias significativas (p=0,05).

FIGURA 2

IGF-1 sérica (ng/ml) según rangos de edad y puntaje Z de talla para edad

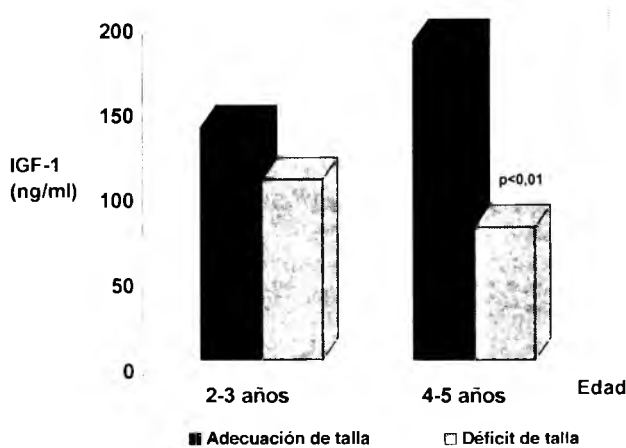


FIGURA 3a

Contenido de Zn en sangre total, según categorías antropométricas

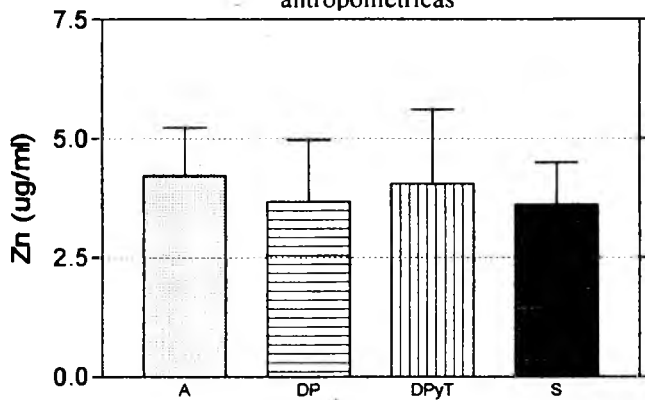
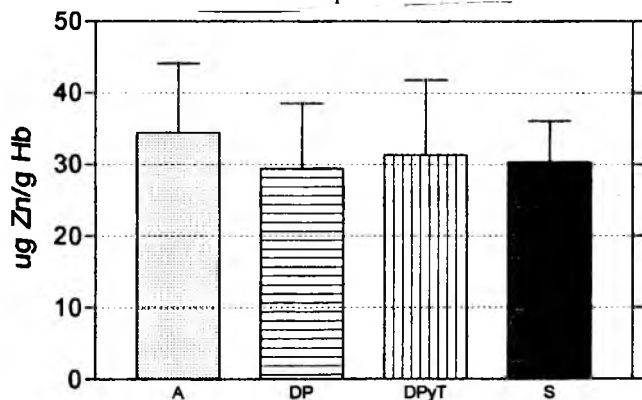


FIGURA 3b

Contenido de Zn/Hb en sangre total, según categorías antropométricas



A: adecuación de peso DP: déficit de peso  
DP y T: déficit de peso y de talla S: sobrepeso

## DISCUSION

La población de niños menores de cinco años merece especial atención debido a sus características biológicas particulares y a la presencia de factores de riesgo que inciden en su crecimiento y desarrollo, y que adquieren un significado que trasciende a la infancia para proyectarse en la vida futura del adulto.

Debe tenerse en cuenta que el niño en edad preescolar requiere una dieta equilibrada – en términos de hidratos de carbono (HC) y lípidos (GR) – similar a la del adulto. Para ello, se aconseja una relación HC:GR igual a 1:1 en unidades calóricas, lo que significa que la dieta debe aportar 55-60% de hidratos de carbono, 25-30% de lípidos y un 15-20% de proteína (24). Una dieta con bajo contenido de grasa generalmente se acompaña de un aumento de los hidratos de carbono y una disminución del contenido de lácteos lo que trae como consecuencia una disminución en la ingesta de algunos nutrientes, como calcio, ácidos grasos esenciales (<math>< 10\%</math>), y disminución en la absorción de otros, como vitaminas liposolubles y minerales (zinc, potasio, magnesio).

Este perfil de patrón alimentario se observa en niños y adolescentes con malos hábitos alimentarios, problemas socio-económicos o trastornos metabólicos congénitos – deficiencias enzimáticas, hormonales, cofactores, etc. (25,26). En trabajos previos realizados en este grupo poblacional, se halló que las dietas administradas en estos comedores tenían una relación calórica hidratos de carbono: lípidos equivalentes a 2:1 o 3:1, acompañadas de un insuficiente contenido de calcio necesario para cubrir los requerimientos de los niños.

De cualquier modo, independientemente de la causa, el resultado es la ganancia inadecuada de peso, altura y composición corporal, como consecuencia de alteraciones en el metabolismo energético y tejido esquelético (27,28).

En Argentina coexisten desnutrición con sobrepeso y obesidad; el tipo de desnutrición es crónica, manifestada por baja talla para la edad; estos niños más adelante suelen alcanzar un peso alto para la talla disminuida (29). Por otro lado, bajo el punto de vista de la salud pública, se incrementarían enfermedades crónicas del adulto que significan una pesada carga para el sistema sanitario, ya que en su mayoría se asocian a condiciones cuya prevención se inicia en la infancia (30).

Nuestros resultados indicaron que el 13,4% de la población en estudio presentó sobrepeso y el 13,4% desnutrición leve para su edad cronológica, expresados en términos de puntaje Z por su facilidad de aplicación estadística en escala lineal.

El crecimiento es una medida dinámica del estado de salud del niño y un indicador de estado nutricional. La emaciación consiste en la disminución de la masa corporal, especialmente en la disminución de los tejidos con reservas energéticas y

proteicas, como son el tejido adiposo y músculo, que determinan la disminución del peso corporal. El acortamiento, en cambio, es un fenómeno caracterizado por una menor velocidad de crecimiento longitudinal, cuyo resultado final es un individuo acortado. Pero el crecimiento involucra cambios cuantitativos en el tamaño corporal y cualitativos en la composición química del mismo. Por ello, la evaluación clínica del crecimiento y estado nutricional impone el uso de métodos adecuados de medidas de composición corporal. Hasta el momento, los valores de composición corporal realizados en este grupo estario en nuestro país surgieron de medidas de pliegues cutáneos.

En nuestro estudio hemos utilizado la bioimpedancia eléctrica (BIA) por ser un método rápido, no invasivo y seguro, que se realiza con un equipo portátil, siendo de gran utilidad en poblaciones infantiles durante estudios de campo (31). Se utilizan ecuaciones específicas ajustadas según sexo, edad y estado metabólico de cada niño (32). A pesar de que la interpretación de los resultados debe ser cuidadosa en los niños obesos y de muy bajo peso, diversos estudios han demostrado que existe buena correlación con la absorciometría de rayos X (dual energy X-ray absorptiometry DXA) (33).

En el presente trabajo se observó que las dietas desequilibradas, bajas en grasa, consumidas habitualmente en comedores integrales como única comida diaria, produjeron un deterioro en el crecimiento corporal y una alteración en la distribución de los componentes corporales. Esto se vio reflejado claramente en el grupo de niños con sobrepeso. Los niños con déficit de peso para la edad no presentaron diferencias significativas en su composición corporal respecto a los adecuados, probablemente porque el déficit ponderal era leve.

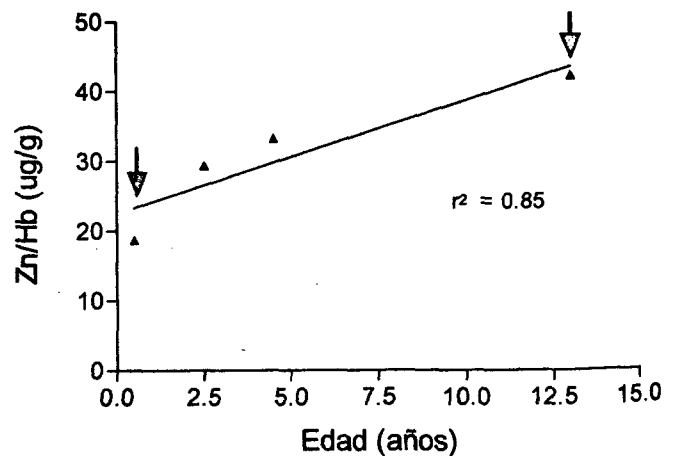
El crecimiento está regulado hormonalmente por varios sistemas, siendo el más influyente el de la hormona de crecimiento y del factor similar insulínico. El potasio, magnesio y zinc son importantes para la síntesis de IGF-1 y para sus efectos anabólicos. La IGF-1 estimula la síntesis de osteocalcina; por lo tanto, el metabolismo óseo es sensible a la ingesta alimentaria (34-36).

La reducción significativa de los valores del IGF-1 en los niños con déficit de talla sugerirían alteraciones óseas similares a las observadas en estudios experimentales previos realizados por nuestro grupo de trabajo, en ratas en crecimiento, alimentadas con dietas con la misma relación hidratos de carbono: lípidos. En este modelo se encontró una disminución en el crecimiento metafisiario de la tibia y un engrosamiento y acortamiento de las trabéculas, por histología e histomorfometría ósea (37).

Por otra parte, la deficiencia marginal de zinc puede limitar el crecimiento esquelético y su mineralización a través de mecanismos que no han sido aún claramente dilucidados (38-40). La deficiencia nutricional de Zn puede deberse no sólo a

inadecuada ingesta sino también a pobre biodisponibilidad en la dieta; una gran cantidad de Zn en la dieta no es garantía de suficiencia, y de este modo, la ingesta de Zn ofrece poca información sobre el estado nutricional (41). A pesar del creciente conocimiento de las numerosas funciones, aún no hay un indicador adecuado del estado nutricional respecto a este micronutriente. Sin embargo, en un reciente estudio en mujeres embarazadas, la relación Zn/Hb en sangre total resultó un buen indicador de su ingesta (42). Durante la infancia, las concentraciones de zinc en sangre son bajas ( $18,7 \pm 6,1$  ug/g de Hb; desde el nacimiento a los 6 meses); alcanzando, a los 11-14 años los niveles del adulto ( $42,2 \pm 5,6$  ug/g Hb) (41). Asumiendo un comportamiento lineal en este rango de edad, nuestros resultados coinciden con los hallados en la bibliografía (Figura 4). Datos previos obtenidos en este mismo grupo poblacional indican que estos niños reciben menús que, de ser consumidos en su totalidad, brindarían una cobertura adecuada de zinc. En estos niños no fue factible obtener datos de ingestas de zinc. Sin embargo, los resultados de la relación Zn/Hb de niños no anémicos estarían indicando un estado nutricional con respecto a ese mineral.

FIGURA 4  
Relación Zn/Hb en sangre total\*



\* Las flechas indican los datos de bibliografía

Este trabajo indicó que las dietas desequilibradas en la relación hidratos de carbono: lípidos consumidas habitualmente en comedores integrales, producen cambios negativos tanto cuantitativos como cualitativos en el crecimiento corporal, poniendo en riesgo las bases necesarias para el proceso educacional.

Esto significa que a largo plazo, existirá un grupo de adultos "sobrevivientes" en condiciones desfavorables, para aceptar el reto que implica desempeñarse en la sociedad moderna.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las bioquímicas Adriana Weisstaub y Miriam Santarelli. También se agrade al Dr. Enrique Bermúdez y al equipo Interdisciplinario de Crecimiento y Desarrollo de Atención Primaria de la Salud de la Municipalidad de La Matanza, quienes trabajaron en el marco de un convenio con la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

## REFERENCIAS

- Gardner L and Amacher editors. Endocrine aspects of malnutrition. Santa Inés, California: The Kroc Foundation, 1973.
- Ferrell CL, Koong KJ. Influence of plane nutrition on body composition, organ size and energy utilization of Sprague-Dawley rats. *J Nut* 1986;116:2525-9.
- Avioli LV. Effects of chronic corticosteroid therapy on mineral metabolism and calcium absorption. En: Avioli LV, Gennari C, Imbimbo B editors. *Glucocorticoid Effects and their Biological Consequences (Adv. Exp. Med. Biol. 171)*. New York: Plenum Press, 1984;81-86.
- Jordán José R. El lactante de 0 a 2 años. Antropometría y crecimiento. En: *Crecimiento y desarrollo. Hechos y tendencias*. Ed M. Cusminsky, EM Moreno, E Suárez Ojeda. Publicación 510. OPS 1988.
- Cusminsky M, Suárez Ojeda E. Crecimiento y desarrollo: Salud del niño y calidad de vida del adulto. En: *Crecimiento y desarrollo. Hechos y tendencias*. Ed M. Cusminsky, EM Moreno, E Suárez Ojeda. Publicación 510. OPS 1988.
- Mendioca GE. Indicadores sociales. Bases para la instrumentación de políticas. Secretaría de Desarrollo Social. Editorial Espacio. 1998.
- Sen Amartya. Nuevo mapa de la desigualdad. Madrid; Alianza Editores, 1995.
- O'Donnel A, Torun B, Caballero B, Pantin EL, Bengoa JM. La alimentación del niño menor de 6 años en América Latina. Bases para el desarrollo de guías alimentarias. Boletín CESNI edición especial: Informe del taller del Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI)-OPS/OMS – Fundación Cavendes (Caracas-Venezuela); 1993, Marzo 15-20, Isla de Margarita, Venezuela.
- Britos Sergio. Economía Alimentaria. Vigilancia y canastas alimentarias. Aspectos críticos y progresos. En: Boletín CESNI, 1991, Volumen 4.
- Abalos C, Bermúdez E, Bienaime R, Cammarotta A, Carvajal N, Friedman S y col. Programa de Crecimiento y Desarrollo aplicado a 2 Jardines de Infantes Integrales Municipales. Quinta Jornada de la Región Metropolitana, Sociedad Argentina de Pediatría: septiembre 23-24, 1999.
- Frost Harold M and Eckhardt Schonau. The muscle-bone unit in children and adolescents: a 2000 overview. *J Ped Endocrinology and Metabolism* 2000; 13:511-90.
- Lohman TG, Cavallero B, Himes JH, Hunsberger S, Reid R, Stewart D and Skipper B. Body composition assessment in American Indian children. *Am J Clin Nutr* 1999;69 (Suppl):764S-6S.
- Jones JL and Clemmons DR. Insulin-like growth factors and their bindings proteins: Biological actions. *Endocrine reviews* 1995;16(1):3-34.
- Estivariz CF and Ziegler TR. Nutrition and the insulin-like growth factor system, *Endocrine* 1997;7(1):65-71.
- Man-San-Wong, Vrishali A Tembe and Murray J Fasus. Insulin-like growth factor-I stimulates renal 1-25 dihydroxicholecalciferol synthesis in old rats fed a low calcium diet. *J Nutr* 2000;130:1147-52.
- Hambidge Michael. Human zinc deficiency. *J Nutr* 2000;130:1344S-49S.
- Mac Donald RS. The role of zinc in growth and cell proliferation. *J Nutr* 2000;130:1500S-8S.
- Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor. The University of Michigan Press, 1990.
- Lejarraga H, Morasso MC, Orifila G. Estándares de Peso-Edad y Peso-Talla para la evaluación del crecimiento y nutrición del niño menor de seis años en Atención Primaria. *Arch Arg Pediatr* 1987;85:69-76.
- Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin-Elmer Corp., Norwalk, CT, 1971.
- Hainline A. Standard methods of clinical chemistry. Vol II. New York, NY, Academic Press, 1958;49-60.
- Sokal R and Rohlf J. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. San Francisco, CA, USA: WH Freeman & Co. 1969.
- Dallman PR. Iron. En: *Present knowledge in nutrition*. 6ta. Ed. ML. Brown Ed. Nutrition Foundation, Washington DC, 1990;241-50.
- Donnel A, Carnuega E y Barzi C. Recomendaciones para la alimentación de niños normales menores de 6 años. En: Boletín del Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI), OPS/OMS, 1996. Publicación N° 12.
- Lifshitz Fima, Ulysses Facundes Nedo, Palacio A Cordano, Silvia Friedman. Refeeding of infants with acute diarrheal disease. *J Ped* 1991;118 (Suppl)99-110.
- Lifshitz Fima, Silvia Friedman, Melanie Smith, Cecilia Cervantes, Bridget Recker, Margaret O Connor. Nutritional Dwarfing: a growth abnormality associated with reduced erythrocyte Na<sup>+</sup>, K<sub>+</sub>-ATPase activity. *Am J Clin Nutr* 1991;54:997-1004.
- Jose Abdenur, Ted Brown, Silvia Friedman, Melanie Smith, Fima Lifshitz. Response to nutritional and growth hormone treatment in progeria. *Metabolism*. 1997;46(8):851-56.
- Friedman S, Smith M, Shih-Yu Lee P, Larsen P, Lifshitz F. Energy metabolism and fuel utilization in nutritional dwarfing child. *J Am Coll Nutr* 1991;10(5)Abs 61.
- Ninikoski H. Growth until the age of 3 years in a prospective, randomized trial of a diet with reduced saturated fat and cholesterol. *Pediatrics* 1997;99:687-94.
- Mac Bean LD. Emerging dietary benefits of dairy foods: a meeting report. *Nutr Today* 1999;34:47-53.
- Roubenoff R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1996;64 (suppl):459S-62S.

32. Reilly JJ. Assessment of body composition in infants and children. *Nutrition* 1998;14(10):821-5.
33. Okasora K, Takaya R, Tokuda M, Ferjunaga Y, Oguni T, Tanaka H, Konishi K and Tamai H. Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in children. *Pediatr Int*. 1999;4(2):121-5.
34. Carrillo A, Rising R, Tverskaya R and Lifshitz F. Effects of exogenous recombinant human growth hormone on animal model of suboptimal nutrition. *J Am Coll Nutr* 1998;17(3):276-81.
35. Tarim O, Chaslow F, Murphy J, Rising R, Carrillo A and Lifshitz F. Evaluation of differential effects of carbohydrate and fat intake on weight gain, serum IGF-1 and erythrocyte Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> -ATPase activity in suboptimal nutrition in rats. *J Am Coll Nutr* 1997;16(2):159-65.
36. Argente J, Barrios V, Pozo J, Muñoz MT, Hervás F, Stene M and Hernández M. Normative data for insulin-like growth factors (IGFs), IGF-binding proteins, and growth hormone-binding protein in a healthy Spanish pediatric population: age - and sex - related changes. *J Clin Endocrinol Metab* 1993;77:1522-28.
37. SM Friedman, Gamba CA, PM Boyer, MB Guglielmotti, MI Vacas, PN Rodríguez, C Guerrero and F Lifshitz. Growth deceleration and bone metabolism in nutritional dwarfing rats. *Int Food Sci Nutr* 2001;52:225-33.
38. Futagoshi-Suginohara Y, Matsuda I, Higashi A. Mild to moderate zinc deficiency in short children: effect of zinc supplementation on linear growth velocity. *J Pediatr*, 1993;123:65-9.
39. King JC. Does poor zinc nutriture retard skeletal growth and mineralization in adolescents? *Am utr* 1996;64:375-6.
40. Shrimpton R. Zinc deficiency, is it widespread but under-recognized? Focus on micronutrients. *SCN News*, United Nations, Subcommittee on Nutrition, 1993;9:24-7.
41. Gibson RS, Ferguson EL. Assessment of dietary zinc in a population. *Am J Clin Nutr* 1998;68 (Suppl): 430S-34S.
42. ML Portela, A Weissatub, M Garcia, L López and CR Ortega Soler. Zinc nutritional evaluation of pregnant healthy women from Buenos Aires (abstract). *The FASEB J* 1998; A345, Abs 2003.

Recibido: 04-02-2002

Aceptado: 19-07-2002

## Estudio comparativo de la utilización biológica de $\beta$ -caroteno sintético y de fuentes naturales en ratas

Cesar Mauricio Baracaldo Barrera, Camilo Rozo y Lucía Castro de Navarro

*Instituto Nacional de Salud, Subdirección de Nutrición y Universidad De La Salle, Facultad de Ingeniería de Alimentos.  
Bogotá, Colombia*

**RESUMEN.** El propósito de este estudio fue evaluar el cambio en la concentración de retinol y  $\beta$ -caroteno (BC) en hígado y suero de ratas, después de la suplementación con BC sintético y vegetales comúnmente consumidos ricos en carotenoides (zanahoria y espinaca). Se utilizaron 68 ratas Wistar machos recién destetadas y se asignaron al azar en 4 grupos de 16 ratas cada uno. Los 4 grupos de ratas fueron suplementados de acuerdo al siguiente esquema: 1. Grupo control (GC), 0.2 mL de aceite de maíz; 2. Grupo BC puro (GBC), 60  $\mu$ g RE en 0.2 mL de aceite de maíz; 3. Grupo Zanahoria (GZ), 60  $\mu$ g RE en 0.2 mL de aceite de maíz; 4. Grupo Espinaca (GE), 60  $\mu$ g RE en 0.2 mL de aceite de maíz. Los análisis del contenido de retinol y BC en suero e hígado fueron realizados por HPLC. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) en el incremento del peso de los animales ni en el incremento de retinol y BC en suero e hígado en los 4 grupos durante las 4 semanas de suplementación. El análisis de correlación entre los niveles de retinol y BC en suero y en hígado no mostró relación entre estos dos parámetros. El análisis de regresión de los niveles de BC hepático en los 4 tratamientos mostró las siguientes pendientes: GBC: 0.909; GZ: 0.451; GE: 0.444 y GC: 0.203. Estos resultados indican que la mayor absorción se presentó en el grupo GBC, mientras que la absorción de BC en los grupos GZ y GC fue de aproximadamente la mitad.

**Palabras clave:**  $\beta$ -caroteno, retinol, vitamina A, biodisponibilidad y ratas.

**SUMMARY.** Comparative study of the biological utilization of  $\beta$ -carotene from synthetic and natural sources in rats. The purpose of this study was to evaluate the change in concentration of retinol and  $\beta$ -carotene (BC) in blood serum and liver tissue of rats, after supplementation with synthetic BC and commonly consumed carotenoid-rich vegetables (carrot and spinach). Weanling male Wistar rats were randomly assigned in four groups of 16 rats each. The four groups of rats were supplemented according to the following feeding treatments: 1) Control group (OG), 0.2 mL corn oil; 2) Pure BC group (BCG), 60  $\mu$ g RE in 0.2 mL corn oil; 3) Carrot group (CG), 60  $\mu$ g RE in 0.2 mL corn oil; 4) Spinach group (SG), 60  $\mu$ g RE in 0.2 mL corn oil. Analysis of retinol and BC contents in serum and liver was performed by HPLC procedures. The variance analysis showed no significant differences ( $\alpha=0.05$ ) in the increase of weight of the animals and in the increase of retinol and BC levels in serum and in liver of the four treatments during the four weeks of supplementation. The correlation analysis between levels of retinol and BC in serum and in liver showed no relation between these two parameters. A regression analysis of liver BC levels in the four treatments showed the following slopes of the regression lines: BCG, 0.909; CG, 0.451; SG, 0.444, and OG, 0.203. These results indicate that the highest BC absorption was in the BCG treatment, whereas the BC absorption in the CG and SG treatments was approximately one half.

**Key words:**  $\beta$ -carotene, retinol, vitamin A, bioavailability and rats.

### INTRODUCCION

El término de vitamina A se utiliza para designar aquellos compuestos que poseen actividad biológica de todo-trans-retinol y desempeñan funciones importantes en muchos procesos biológicos esenciales. Cada forma de vitamina A ejecuta tareas específicas; por ejemplo, el retinal es activo en la visión y participa en la conversión de retinol a ácido retinoico. La vitamina A se encuentra en alimentos de origen animal como hígado y otros órganos, yema de huevo, grasa de la leche y los extractos de aceite de hígado de algunos peces y mamíferos. Los carotenoides son los pigmentos rojo, anaranjado y amarillo de las plantas como zanahoria, espinaca, brócoli, tomate y papaya entre otras, aunque

también se encuentran en varios alimentos animales tales como el salmón y otros peces, yema de huevo, moluscos, leche y pollo. Solamente ciertos carotenoides ( $\beta$ -caroteno) actúan como precursores o provitaminas, los cuales pueden ser fácilmente convertidos en vitamina A en la pared intestinal (1).

Las principales manifestaciones clínicas de la deficiencia de Vitamina A son la presencia de manchas de Bitot, queratomalacia, xerosis de la córnea en niños y en población joven y adulta, ceguera nocturna y muerte por depleción de los depósitos de vitamina A. Durante más de tres décadas, la deficiencia de vitamina A ha sido reconocida como un problema de salud pública en los países en desarrollo, igualmente el estado marginal o deficiencia subclínica de

vitamina A, el cual se define como un estado donde están ausentes los signos clínicos evidentes en los ojos, pero hay incremento de riesgo de infección severa en niños (2).

Adicionalmente, evidencias epidemiológicas indican que la administración de altas cantidades de  $\beta$ -caroteno presentes en vegetales verdes y amarillos contribuyen a reducir el riesgo de padecer varios tipos de cáncer y algunas enfermedades crónicas (3,4).

El objetivo del presente trabajo fue el de comparar la utilización biológica del  $\beta$ -caroteno sintético frente a fuentes naturales (zanahoria y espinaca), mediante la utilización de un modelo de medida del aumento de  $\beta$ -caroteno en sangre y de la reserva hepática en ratas.

## MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio se utilizó el modelo de medida del aumento de  $\beta$ -caroteno de la reserva hepática en ratas. La biodisponibilidad se definió como la cantidad de  $\beta$ -caroteno de la dieta aprovechado por absorción intacta y aumento de las concentraciones de  $\beta$ -caroteno y retinol en suero e hígado (5).

Para el estudio se seleccionaron la zanahoria y la espinaca, vegetales que son comúnmente consumidos por humanos, ricos en carotenoides pro-vitamina A y aceptados por las ratas. Como patrón de referencia se usó  $\beta$ -caroteno sintético (Lucarotin® 30<sup>a</sup> BASF).

### Suplementos

Se prepararon soluciones acuosas concentradas de espinaca (50 g en 200 mL) y de zanahoria (35g en 200 mL). Ambas soluciones se licuaron y se les agregó 0.2 g de ácido ascórbico como antioxidante (6). Las soluciones se distribuyeron en ampollitas de vidrio para liofilizar (0.3 mL por ampollita) y se mantuvieron a -70°C durante la noche. Luego se liofilizaron siguiendo el manual del equipo VIRTIS, Mod: 10-145, MR-BA. Las ampollas con los liofilizados, se recubrieron con papel aluminio, se sometieron a vacío, se sellaron con llama y se mantuvieron bajo refrigeración de 2 a 8°C hasta su uso durante cuatro semanas.

### Determinación del contenido de $\beta$ -caroteno en los liofilizados de zanahoria y espinaca

La concentración de  $\beta$ -caroteno en los concentrados liofilizados se determinó por HPLC con un equipo marca Waters, mediante un sistema de inyección manual Reodyne 77251, un sistema de suministro de solventes 660E, un detector UV-VIS 400 y una columna C-18 Simetry, utilizando el software Milenium para su manejo. Se pesó 1 g del concentrado a evaluar y se denaturó con 5 mL de etanol absoluto el cual contenía butil hidroxitolueno (BHT: 1,0 g/

L), como antioxidante y 0.5  $\mu$ g/mL de etil- $\beta$ -apo-8-carotenoato (Roche), como estándar interno. La mezcla se extrajo cinco veces con 5 mL de hexano. El hexano separado se evaporó con N<sub>2</sub> gaseoso y el residuo se reconstituyó con 200  $\mu$ L de metanol y una alícuota de 50  $\mu$ L se inyectó al sistema HPLC. Se hicieron tres cromatogramas por cada concentrado a evaluar. La concentración de  $\beta$ -caroteno en zanahoria y espinaca se determinó usando una curva patrón.

### Preparación de los suplementos

El contenido de  $\beta$ -caroteno en los liofilizados de zanahoria y espinaca fue 26.643  $\mu$ g RE y 21.244  $\mu$ g RE/g respectivamente. Con base en estos resultados se prepararon 100 mL de cada uno de los suplementos con una concentración de 300  $\mu$ g RE/mL, utilizando como diluyente aceite de maíz refinado. Adicionalmente se preparó un suplemento de  $\beta$ -caroteno sintético (Lucarotin® 30<sup>a</sup> BASF), en la misma concentración que los anteriores. Los suplementos se almacenaron en frascos ámbar y se mantuvieron en refrigeración (2 a 8°C) hasta el momento de su uso.

### Animales

Se utilizaron 68 ratas Wistar macho de cuatro semanas, suministradas por el Instituto Nacional de Salud (INS). Las ratas tenían pesos entre 60 y 80 g. Los animales se dividieron en 4 grupos de 16 ratas cada uno. Las ratas se colocaron en grupos de 4 en cajas de policarbonato y se alimentaron con alimento comercial para animales de laboratorio (Rodentina® Purina), con un contenido de 500,000 UI/g de palmitato de retinol. Los animales se mantuvieron en el Bioterio del INS bajo condiciones de humedad, luz y temperatura controladas.

### Suplementación

Teniendo en cuenta los requerimientos mínimos de vitamina A de la rata (30  $\mu$ g RE/día) (7) y los resultados de los estudios de Tee ES, Lim CL, Chong YH and Khor SC (8), cada animal se suplementó con 60  $\mu$ g RE/ rata por día, para cada una de las fuentes de  $\beta$ -caroteno a probar. Esta cantidad corresponde al doble de los requerimientos mínimos. En la Tabla 1 se muestra el programa de suplementación de las ratas. Los suplementos y el aceite vegetal se suministraron a los animales oralmente utilizando una jeringa desechable de 1 mL, graduada en 0.01 mL unida a sonda nasogástrica de nelaton calibre 4 o 6. Este sistema se purgó con los suplementos antes de realizar el procedimiento de alimentación forzada.

Las ratas se pesaron diariamente en una balanza electrónica y se suplementaron con 0.2 mL del suplemento o del aceite vegetal. Durante la suplementación la sonda se introdujo por el esófago del animal hasta alcanzar el

estómago. El procedimiento se hizo rápidamente y no produjo ningún malestar en el animal. La sonda y la jeringa se cambiaron diariamente para evitar contaminación de los animales o de los suplementos. Semanalmente se seleccionaron al azar 4 ratas para obtener muestras de sangre y de hígado.

TABLA 1  
Programa de alimentación para la suplementación de las ratas

Grupo	Tratamiento
1	Grupo control 0.2 ml de aceite de maíz
2	$\beta$ -caroteno (60 $\mu$ g RE) en 0.2 ml de aceite de maíz
3	Zanahoria (60 $\mu$ g RE) en 0.2 ml de aceite de maíz
4	Espinaca (60 $\mu$ g RE) en 0.2 ml de aceite de maíz

Al final de la prueba se efectuó la disección completa del intestino delgado y estómago a cada una de las ratas, para evaluar la fisiología de su epitelio y establecer la presencia de posibles úlceras producidas por estrés o por inadecuada manipulación del animal durante el procedimiento de suplementación, evaluando los siguientes criterios: color, presencia o ausencia de hemorragia sangrante, hemorragia equimótica y hemorragia lineal.

Para obtener las muestras de sangre e hígado las ratas se anestesiaron con una mezcla de quetamina y xylasine. Se extrajeron 5 mL de sangre por punción cardíaca con una jeringa desechable. Los hígados de los animales fueron extraídos y lavados con solución salina estéril para remover restos de sangre y colectados en frascos ámbar taparrosca. La sangre se centrifugó a 3000 rpm por 10 min y el suero se separó y almacenó en frascos ámbar junto con los hígados a  $-70^{\circ}\text{C}$  hasta el momento del análisis.

Antes de iniciar la suplementación, se seleccionaron al azar cuatro ratas y se sacrificaron para determinar la línea base de  $\beta$ -caroteno y retinol en sangre e hígado.

#### Determinación simultánea de retinol y $\beta$ -caroteno en sangre e hígado por HPLC

Se pesaron 0.5 g de hígado o se midieron 0.5 mL de suero a evaluar y se denaturaron con 2.5 mL de potasa alcohólica (10 volúmenes de etanol, 1 volumen de hidróxido de potasio 11.0 N y 1,0 g/L de BHT) y se agregaron 0.5  $\mu$ g/mL de etil- $\beta$ -apo-8-carotenoato, como estándar interno. Los tubos se incubaron en baño de agua a  $70^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos y se enfriaron a temperatura ambiente. El suero se denaturó con 0.5 mL de etanol absoluto con BHT (1,0 g/L), como antioxidante y 0.5  $\mu$ g/mL de etil- $\beta$ -apo-8-carotenoato y 0,5  $\mu$ g/mL de acetato de retinol, como estándar interno. La mezcla se extrajo cinco veces con 5 mL de hexano con 0,5  $\mu$ g/dL de acetato de retinol como estándar interno, para el

caso del hígado. El hexano separado se evaporó con  $\text{N}_2$  y el residuo fue reconstituido con 200  $\mu$ L de metanol, una alícuota de 50  $\mu$ L fue inyectada en el sistema HPLC. Se hicieron tres cromatogramas por cada concentrado a evaluar.

#### Métodos estadísticos

Para el análisis estadístico se usó el programa SAS versión 6.12, Institute Inc., Cary, NC, USA, con el cual se hicieron los análisis de varianza para determinar diferencias significativas para cada una de las variables respuesta comparando las diferentes dietas. Se utilizaron las pruebas de Duncan, Tukey y Scheffé para determinar cuáles dietas resultaban estadísticamente iguales o diferentes. Para todos los cálculos se trabajó con una significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se presentan los resultados promedio de la variación del peso de las ratas durante las cuatro semanas de suplementación. Los datos muestran que el incremento de peso de las ratas fue satisfactorio y no se observó en ninguno de los grupos que el suplemento suministrado ni el procedimiento de suplementación causara efectos adversos en el crecimiento del animal. Además se comprobó la ausencia de úlceras en el estómago y el intestino que hubieran podido aparecer como consecuencia del estrés o en el proceso de suplementación. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Tee ES, Lim CL, Chong YH and Khor SC (8) y Grolier P, Agouda S and Azais-Braesco V (9) quienes utilizando el mismo modelo animal y suministrando los suplementos mediante el sistema de sonda nasogástrica, no encontraron ningún efecto adverso del procedimiento de suplementación al realizar la comparación de la variación del peso con el grupo control no suplementado.

TABLA 2  
Peso de las ratas durante la suplementación con diferentes fuentes de vitamina A

Semana No	Peso de las ratas			
	Aceite vegetal	$\beta$ -caroteno sintético	Espinaca	Zanahoria
0	71.5 $\pm$ 5.04	71.5 $\pm$ 5.04	71.5 $\pm$ 5.04	71.5 $\pm$ 5.04
1	93.53 $\pm$ 3.73	100.33 $\pm$ 6.13	102.03 $\pm$ 5.11	94 $\pm$ 5.64
2	162.45 $\pm$ 3.64	147.03 $\pm$ 11.23	128.65 $\pm$ 1.37	157.28 $\pm$ 7.48
3	172.5 $\pm$ 1.51	185.53 $\pm$ 19.32	167.1 $\pm$ 6.22	183.68 $\pm$ 9.31
4	211.78 $\pm$ 7.27	209.73 $\pm$ 9.42	209.3 $\pm$ 13.61	198.85 $\pm$ 11.92

El análisis estadístico mostró que no existe diferencia significativa entre los pesos de los animales para los diferentes suplementos, excepto en los pesos tomados en la segunda semana en el grupo suplementado con espinaca los cuales

presentaron un peso inferior cuando se compara con el obtenido con los grupos suplementados con  $\beta$ -caroteno sintético y zanahoria. Esto puede deberse a que este grupo disminuyó el consumo de rodentina durante dicho período de tiempo mientras se adaptaba al suplemento. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Tee ES, Lim CL, Chong YH and Khor SC (8), quienes encontraron el mismo comportamiento trabajando con un modelo similar.

El análisis de varianza mostró que la suplementación no tiene un efecto significativo sobre los niveles de retinol en suero. El tiempo de suplementación tiene un efecto significativo sobre la respuesta, puesto que la mayor concentración se obtiene en la semana cuatro seguida de las semanas tres, dos, uno y cero. Este comportamiento está relacionado con el crecimiento y desarrollo del animal.

**TABLA 3**  
Concentración de retinol en sangre durante la suplementación de ratas con diferentes fuentes de vitamina A

Semana No	Concentración de retinol ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )			
	Aceite vegetal	$\beta$ -caroteno sintético	Espinaca	Zanahoria
0	26.62 $\pm$ 5.89	26.62 $\pm$ 5.89	26.62 $\pm$ 5.89	26.62 $\pm$ 5.89
1	36.49 $\pm$ 1.60	35.15 $\pm$ 6.98	34.42 $\pm$ 5.32	33.11 $\pm$ 5.64
2	36.21 $\pm$ 3.18	36.02 $\pm$ 3.12	35.95 $\pm$ 6.80	41.23 $\pm$ 1.78
3	32.75 $\pm$ 4.48	45.49 $\pm$ 2.64	39.07 $\pm$ 11.15	42.21 $\pm$ 4.19
4	42.03 $\pm$ 9.48	44.15 $\pm$ 2.88	38.01 $\pm$ 2.68	40.25 $\pm$ 4.41

El resultado del análisis de varianza de todos los datos mostró que ni la suplementación ni el tiempo tiene un efecto significativo sobre los niveles de  $\beta$ -caroteno en sangre.

Como se muestra en la Tabla 4, los niveles de  $\beta$ -caroteno en sangre son muy bajos con relación a la proporción que recibieron los animales diariamente en la suplementación. Esto se debe probablemente a que un 60% a 70% de  $\beta$  caroteno se rompe por acción enzimática en el intestino (10, 11). Por otra parte van Vliet T, Schreurs WHP, and vanden Berg H (12) realizaron un estudio en ratas suministrando simultáneamente palmitato de retinol en diferentes concentraciones junto con  $\beta$  caroteno, para establecer si la ingesta de retinol disminuía el rompimiento de  $\beta$  caroteno en el intestino, midiendo la actividad enzimática de la deoxigenasa en los tejidos intestinal y hepático. Este trabajo comprobó que el suministro de altas cantidades de retinol a los animales disminuye el rompimiento intestinal de  $\beta$  caroteno. En el presente estudio los animales consumieron en su dieta diaria palmitato de retinol. Probablemente este retinol disminuyó la proporción de rompimiento intestinal de  $\beta$ -caroteno, permitiendo una mayor absorción del compuesto intacto, a diferencia del estudio de Tee ES, Lim

CL, Chong YH and Khor SC (8) quienes suministraron a los animales una dieta libre de retinol, y no encontraron niveles detectables de  $\beta$  caroteno en suero.

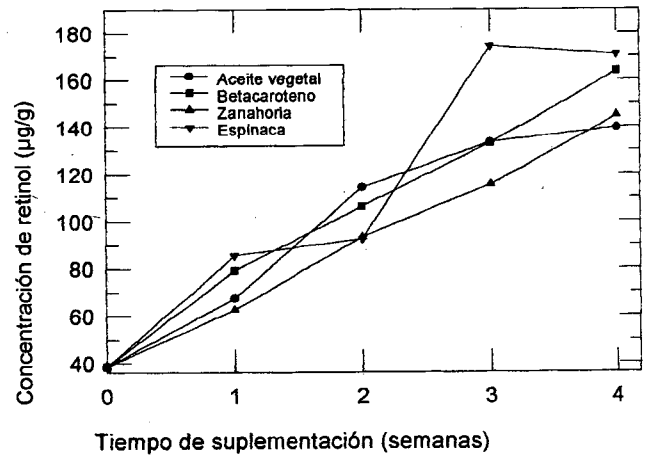
**TABLA 4**  
Concentración de  $\beta$ -caroteno en sangre durante la suplementación de ratas con diferentes fuentes de vitamina A

Semana No	Concentración de $\beta$ -carotenos ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )			
	Aceite vegetal	$\beta$ -caroteno sintético	Espinaca	Zanahoria
0	0.686 $\pm$ 0.33	0.686 $\pm$ 0.33	0.686 $\pm$ 0.33	0.686 $\pm$ 0.33
1	1.661 $\pm$ 0.87	1.201 $\pm$ 0.33	1.432 $\pm$ 0.48	0.521 $\pm$ 0.06
2	1.00 $\pm$ 0.32	1.497 $\pm$ 0.58	1.179 $\pm$ 0.6	0.673 $\pm$ 0.12
3	0.856 $\pm$ 0.35	1.55 $\pm$ 0.58	1.272 $\pm$ 0.73	2.254 $\pm$ 0.88
4	1.13 $\pm$ 0.29	1.271 $\pm$ 0.31	2.486 $\pm$ 1.37	2.141 $\pm$ 0.85

**Concentraciones de retinol y  $\beta$ -caroteno en hígado**

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de los niveles de retinol en hígado en los diferentes grupos de experimentación durante las cuatro semanas de suplementación. Se observa un incremento en la concentración a través del tiempo en todos los grupos.

**FIGURA 1**  
Cambios en la concentración de retinol en hígado durante la suplementación con diferentes fuentes de vitamina A



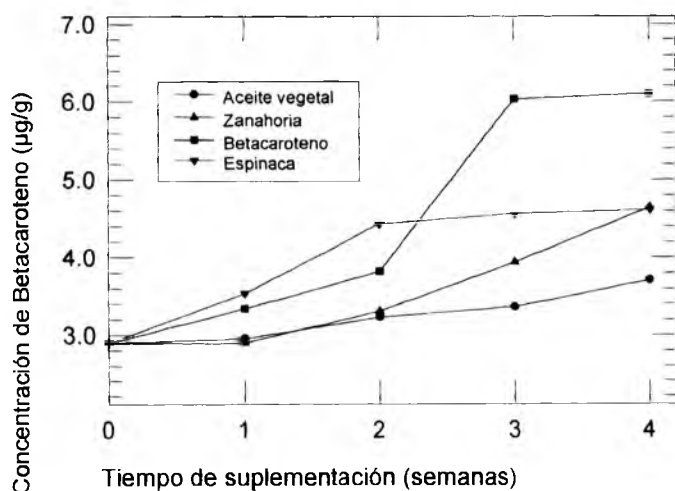
El análisis de varianza mostró que la suplementación no tiene un efecto significativo sobre los niveles de retinol en hígado. El tiempo de suplementación tiene un efecto significativo sobre la respuesta, puesto que la mayor concentración se obtiene en la semana cuatro seguida de las semanas tres, dos, uno y cero.

En la Figura 2 se presentan las concentraciones de  $\beta$ -

caroteno en hígado obtenidas durante las cuatro semanas de suplementación. El grupo suplementado con β-caroteno sintético obtuvo la mayor proporción de β-caroteno almacenado en hígado. Estos resultados concuerdan con los de estudios realizados en humanos por Erdman JW, Bierer TL, and Gugger ET (13), Brown ED, Micozzi MS, Craft NE, Bieri JG, Beecher G, Edwards BK, Rose A, Taylor PR and Smith JC (14) y Micozzi MS, Brown ED, Edwards BK, Bieri JG, Taylor PR, Khachik F, Beecher GR, and Smith Jr JC (15), quienes demostraron que el β-caroteno administrado en cristales es más biodisponible que cuando se administra en alimentos como zanahoria, tomate u otras fuentes de origen vegetal. Por tanto en estudios posteriores realizados por Zhou JR, Gugger ET and Erdman Jr JW, (16) y van Vliet T, Schreurs WHP, and vanden Berg H (12) utilizaron cristales de β-caroteno como grupo control de mayor absorción.

FIGURA 2

Cambios en la concentración de β-caroteno en hígado durante la suplementación con diferentes fuentes de vitamina A



Como se observa en la Figura 2, no hay un aumento considerable en los niveles de β-caroteno en hígado en la última semana de suplementación para el grupo de β-caroteno sintético. Este hecho como lo demostró van Vliet T., van Vlissingen M.F., van Schaik F and van den Berg H., puede deberse al papel que juega el contenido de vitamina A en hígado sobre la actividad enzimática de la β-caroteno 15, 15 dioxigenasa como un mecanismo de regulación del organismo para evitar una excesiva acumulación del compuesto (17).

Hay dos formas de regulación de la actividad enzimática de la β-caroteno 15, 15 dioxigenasa. La primera forma está relacionada con la proporción de retinol presente en el intestino, de tal manera que altas cantidades de retinol en el intestino disminuyen la actividad enzimática intestinal y en este caso el rompimiento de β-caroteno disminuye

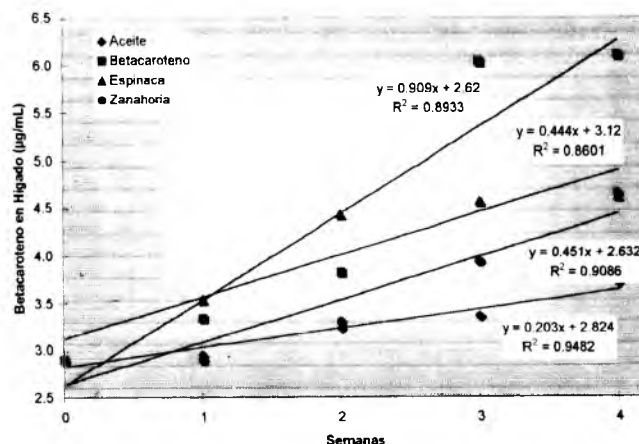
aumentando la absorción del compuesto intacto. Adicionalmente bajas concentraciones de retinol en el intestino conducen a un aumento en la actividad enzimática intestinal y al rompimiento de β-caroteno para compensar los requerimientos de retinol del organismo. La segunda forma se relaciona con la proporción de vitamina A almacenado en el hígado como resultado de un mecanismo de regulación hemostático (17,18). Además de acuerdo a lo encontrado por Olso J.A.(19), del 10 al 40% de vitamina A absorbida y preformada es oxidada y conjugada en el hígado y posteriormente secretada en la bilis.

Los resultados del análisis de varianza muestran que tanto la suplementación como el tiempo tienen un efecto significativo sobre los niveles de β-caroteno en hígado. Los grupos β-caroteno, espinaca y zanahoria no muestran diferencia significativa, pero si hay diferencia significativa de estos con el grupo aceite. Los grupos espinaca, zanahoria aceite tampoco muestran diferencia significativa, pero si hay diferencia de estos con el grupo β-caroteno. Los niveles mas altos se obtienen en el grupo suplementado con β-caroteno sintético, seguido por los grupos de espinaca, zanahoria y aceite.

En la Figura 3 se muestran las regresiones lineales obtenidas de las concentraciones de β-caroteno en hígado de los cuatro grupos. El mayor valor de pendiente (0.909) se encontró para el grupo suplementado con β-caroteno sintético, seguido de los grupos de espinaca (0.444) y zanahoria (0.451) y por último el grupo suplementado con aceite vegetal (0.203). Estos datos indican que durante el periodo de suplementación el β-caroteno sintético es absorbido en mayor proporción, mientras que la absorción de β-caroteno en los grupos suplementados con zanahoria y espinaca fue de aproximadamente la mitad.

FIGURA 3

Regresión lineal de las concentraciones de β-caroteno en hígado obtenidas con los diferentes tratamientos



Estos resultados permiten confirmar lo mencionado anteriormente, en cuanto a que el  $\beta$ -caroteno suministrado en cristales se absorbe en mayor proporción que cuando se administra en un alimento que posea compuestos que puedan interferir su absorción. La proporción de fibra dietaria que tienen la espinaca (3 g) y la zanahoria (3 g) es alta (20), lo que probablemente disminuye la absorción de  $\beta$ -caroteno. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Parker RS (5), quien además indicó otros posibles factores que interfieren en la absorción como la presencia de suficiente cantidad de lípidos, la presencia de compuestos provitamina A y la presencia de sustancias interferentes como la fibra dietaria.

Para establecer la relación entre los niveles de retinol sanguíneo y hepático se realizó un diagrama de dispersión de los datos (Figura 4), de la misma manera se relacionaron las concentraciones de  $\beta$ -caroteno sanguíneo y hepático (Figura 5). El patrón obtenido en el diagrama de dispersión para retinol (Figura 4) sugiere que no hay una relación entre las dos variables. Estos resultados ratifican lo planteado por Tee ES, Lim CL, Chong YH and Khor SC (8), quienes reportaron que las concentraciones de retinol en suero no son un buen indicador de los niveles de retinol almacenados en hígado. Este comportamiento se debe probablemente a que los niveles de retinol en sangre se encuentran homeostáticamente regulados (1).

Debido a que el diagrama de dispersión que relaciona los niveles de  $\beta$ -caroteno sanguíneos y hepáticos (Figura 5) no establece una relación entre las dos variables, se presume que, al igual que el retinol, los niveles sanguíneos de  $\beta$ -caroteno se encuentran homeostáticamente regulados y por lo tanto no son un buen indicador de los niveles en los tejidos.

FIGURA 4  
Comparación entre los niveles de retinol sanguíneos y hepáticos

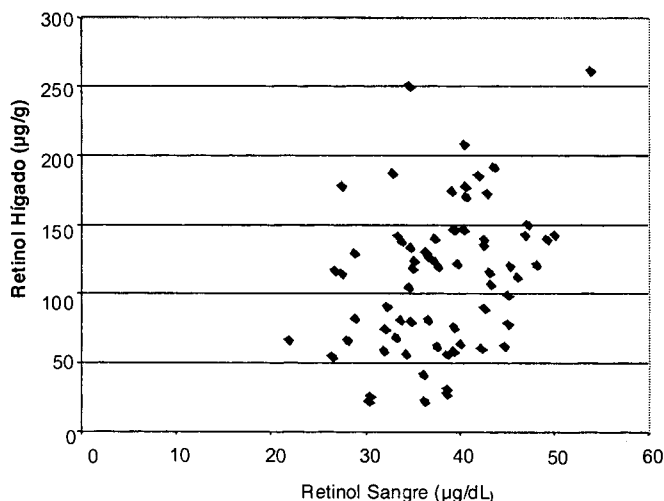
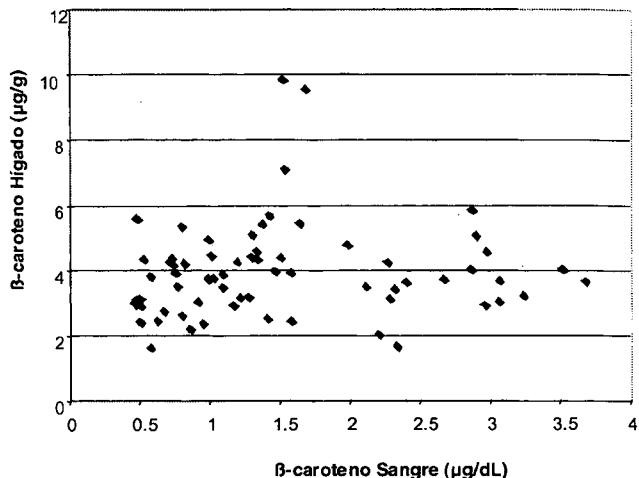


FIGURA 5  
Comparación entre los niveles de  $\beta$ -caroteno sanguíneos y hepáticos



## CONCLUSIONES

La suplementación de animales con  $\beta$ -caroteno sintético aumenta la reserva hepática del compuesto, en niveles superiores a los encontrados en animales suplementados con aceite vegetal, zanahoria y espinaca, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

Los comportamientos de las concentraciones de  $\beta$ -caroteno en hígado de los grupos suplementados con el compuesto sintético, zanahoria y espinaca se ajustaron a una recta cuya ecuación podría ser una medida de la biodisponibilidad de  $\beta$ -caroteno en los alimentos.

Los niveles sanguíneos de retinol y  $\beta$ -caroteno no son un buen indicador de la reserva hepática de dichos compuestos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Salud la financiación del proyecto de investigación y su valiosa participación en el apoyo técnico a la Ingeniera Soraya Pinto, Gerente de Nutrición y Salud Humana de Laboratorios de Roche Colombia, a BASF Química Colombiana S.A., al Veterinario Edgar Celi, a la Estadística María Carlina Castillo, a las Bacteriólogas Ivonne Gutiérrez R. y Luz Marina Parra y a la Microbióloga Ana Ligia dueñas del Instituto Nacional de Salud.

## REFERENCIAS

1. Biesalski HK. Bioavailability of vitamin A. *Eur J Clin Nutr.* 1997;51 Suppl: S71-S75.

2. Castro L y Nichols S. Deficiencia de hierro, vitamina A y prevalencia de parasitismo intestinal en la población infantil colombiana. Instituto Nacional de Salud. Bogotá: Colombia, 1998: 38-40.
3. Greenberg ER, Baron JA, Tosteson TD, et al. A clinical trial of antioxidant vitamins to prevent colorectal adenoma. *N Engl J Med.* 1996;331: 141-147.
4. Ziegler RG. Vegetables, fruits and carotenoids and risk of cancer. *Am J Clin Nutr.* 1991;53 Suppl: S251-S259.
5. Parker RS. Bioavailability of vitamin A. *Eur J Clin Nutr.* 1997;51 Suppl: S86-S90.
6. White WS, Peck KM, Ulman EA and Erdman JW. The ferret as a model for evaluation of the bioavailabilities of all-trans- $\beta$ -carotene and its isomers. *J Nutr.* 1993;123: 1129-1139.
7. National Academy of Sciences. Nutrient requirements of the laboratory rat. In *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*, 3<sup>rd</sup> edn. National Academy of Sciences, Washington, 1978;pp 7-37
8. Tee ES, Lim CL, Chong YH and Khor SC. A study of the biological utilization of carotenoids of carrot and swamp cabbage in rats. *Food Chemistry.* 1996;56 (1) 21-32.
9. Grolier P, Agouda S and Azais-Braesco V. Comparative bioavailability of diet oil and emulsion-based preparations of vitamin A and  $\beta$ -carotene in rat. *Nutrition Research.* 1995;15 (10):1507-1516.
10. Olson JA and Hayaishi O. The enzymatic cleavage of  $\beta$ -carotene into vitamin A by soluble enzymes of rat liver and intestine. *Proc Natl Acad Sci.* 1965;54: 1364-1370
11. Goodman D, Blomstrand R, Werner B, Huang H and Shiratori T. The intestinal absorption and metabolism of vitamin A and  $\beta$ -carotene in man. *J Clin Invest.* 1966;45:1615-1623.
12. van Vliet T, Schreurs WHP, and vanden Berg H. Intestinal  $\beta$ -carotene absorption and cleavage in men: Response of  $\beta$ -carotene and retinyl esters in the Triglyceride rich lipoprotein fraction after a single oral dose of  $\beta$ -carotene. *Am J Clin Nutr.* 1995; 62:110-116.
13. Erdman JW, Bierer TL, and Gugger ET. Absorption and transport of carotenoids. *Ann NY Acad Sci.* 1993;691: 76-85.
14. Brown ED, Micozzi MS, Craft NE, Bieri JG, Beecher G, Edwards BK, Rose A, Taylor PR and Smith JC. Plasma carotenoids in normal men after a single ingestion of vegetables or purified  $\beta$ -carotene. *Am J Clin Nutr.* 1989;49: 1258-1265.
15. Micozzi MS, Brown ED, Edwards BK, Bieri JG, Taylor PR, Khachik F, Beecher GR, and Smith Jr JC. Plasma carotenoid response to chronic intake of selected foods and  $\beta$ -carotene supplements in men. *Am J Clin Nutr.* 1992;55:1120-1225.
16. Zhou JR, Gugger ET and Erdman Jr JW. The Crystalline form of carotenes and the food matrix in carrot root decrease the relative bioavailability of beta and alpha- carotene in the ferret model. *Journal of the American College of Nutrition.* 1996;15 (1) 84.91
17. van Vliet T, van Vlissingen MF, van Schaik F and van den Berg H.  $\beta$ -carotene absorption and cleavage in rats is affected by the vitamin A concentration of the diet. *J Nutr.* 1996;126: 499-507.
18. Rajan N, Blaner WS, Soprano DR, Suhara A and Goodman DS. Cellular retinol-binding protein messenger RNA levels in normal and retinoid-deficient rats. *J. Cancer.* 29<sup>a</sup>: 1990;1335-1344.
19. Olson JA. Vitamin A, retinoids and carotenoids in: *Modern Nutrition in Health and Disease*, 8 th ed., vol 1, pp 287-307. Lea&Febiger, Philadelphia, PA. 1994.
20. Kunerrh WB. *Handbook of the nutritional value of foods in common units.* United States Department of Agriculture, 1986.

Recibido: 29-03-2001

Aceptado: 28-06-2002

## Hábitos de consumo de productos apícolas en un colectivo de ancianos

M<sup>a</sup>.T. Orzáez Villanueva, A. De Frutos Prieto, M. Téllez González, y G. Blázquez Abellán

Departamento de Nutrición y Bromatología II: Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

**RESUMEN.** En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de un estudio realizado, en distintos lugares de España, acerca de los hábitos de consumo de diferentes productos apícolas: miel, polen, jalea real y propóleos en personas de edad avanzada. El planteamiento de este trabajo se debe a que la miel es un alimento energético por excelencia, y además contribuye a superar muchas enfermedades, ejerciendo una acción positiva sobre el organismo, debido a su riqueza y variedad de componentes, que le convierten en un alimento de gran valía para nuestra alimentación y, muy especialmente, para la población anciana. Este estudio pone de manifiesto el conocimiento y los hábitos de consumo que este colectivo tiene de la miel, así como de los otros productos del colmenar: polen, jalea real y propóleos. Para su realización se confeccionó un cuestionario en el que se incluyeron una serie de preguntas que hacían relación a distintos aspectos relacionados con estos productos: motivos de consumo, preferencias, lugar de compra, momento del día en que los consumen, cantidad, grado de conocimiento en relación a la calidad de estos productos, etc. Los resultados obtenidos nos demuestran que un porcentaje muy elevado de encuestados toman habitualmente miel, y tienen un grado de conocimiento aceptable sobre este producto, tanto en cuanto a su valor nutritivo, como a sus cualidades medicinales. Sin embargo, la mayoría del colectivo estudiado, ignoran los otros productos obtenidos del colmenar, principalmente el propóleos.

**Palabras clave:** Miel, polen, jalea real, propóleos, productos apícolas, hábitos de consumo.

**SUMMARY.** Consumption habits of apiary products in an elder collective. The aim of this study was to analyse the consumption habits of bee products such as: honey, bee pollen, royal jelly and propolis in the elderly of different places of Spain. Honey is an energetic food of its own, and it can also help to overcome several diseases; due to its components that have a beneficial effect in our health. These facts turn honey into a valuable constituent of one's nutrition specially in ancient people. This report demonstrates the knowledge and consumption habits of these persons. Data came from a questionnaire about preferences, places where they buy these products, time and amount of consumption, knowledge of the quality of these products, etc. The results suggest that the vast majority of the people inquired are regular consumers of honey and we also would like to underline the high rate of knowledge of its nutritional value and its medicinal qualities. However, most of the elderly inquired do not know about other apiary products such as bee propolis.

**Key words:** Honey, bee pollen, royal jelly, bee propolis, apiary products, consumption habits.

### INTRODUCCION

En la actualidad existe una gran preocupación con todos los temas relacionados con la nutrición, dado que numerosos estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto la íntima conexión que existe entre la dieta y su influencia en distintos procesos fisiológicos y patológicos que, si a lo largo de nuestra vida son importantes, adquieren una especial relevancia en la población anciana.

La nutrición de las personas de edad avanzada está condicionada por una serie de factores fisiológicos, físicos y sociales que paulatinamente van conformando los procesos de envejecimiento desde la edad adulta hasta la senectud, influyendo también en los mismos, de una manera importante,

el tipo de dieta o alimentación que haya tenido durante toda su vida (1).

Por ello, se deben adecuar pautas nutricionales y planificar la alimentación de las personas mayores teniendo en cuenta estos procesos, así como las alteraciones patológicas más importantes que pueden presentar, sin olvidar el factor socioeconómico que será decisivo a la hora de establecer estas pautas.

A todo ello hay que sumarle los hábitos alimentarios que poco a poco han ido adquiriendo las personas de edad avanzada a lo largo de toda su vida y que influyen en su alimentación. A este respecto, hay determinados alimentos que, de forma habitual, se han ido introduciendo paulatinamente en su dieta por distintos motivos: culturales,

por tradición, por costumbre, etc. Entre éstos se encuentra la miel, producto natural de la colmena que, desde hace muchos años, el hombre utiliza no sólo como edulcorante sino por sus propiedades medicinales conocidas, primero de una manera empírica y, más tarde, apoyadas en conocimientos científicos (2-14).

En España existen distintas zonas donde la apicultura tiene una gran importancia, siendo habitual, por tanto, su consumo diario entre los habitantes de estos lugares, si bien, dado que en la actualidad estamos retornando a lo "natural", este producto apícola se está introduciendo en todos los lugares, y goza de una gran popularidad, empleándose, cada vez más, tanto en el campo de la medicina como en el campo de la dietética (15,16).

Del colmenar no solamente se extrae la miel sino que también se obtienen otros productos que están muy introducidos en el mundo de los dietéticos: polen, jalea real y propóleos, productos que cada vez se consumen más, aunque, sin embargo, muchas de las personas que los toman ignoran sus propiedades nutritivas y medicinales (17).

En lo anteriormente expuesto se apoya este trabajo, cuyo objetivo principal es establecer los hábitos alimentarios de un colectivo de personas, mayores de 65 años, respecto a la miel y el resto de productos que nos brinda el colmenar. El planteamiento de este trabajo está apoyado en que en la bibliografía consultada son muchos los trabajos que hacen relación a los hábitos alimentarios en distintos colectivos en relación a diversos alimentos, pero ninguno relativo a estos productos naturales y que, sin embargo, son habituales en la dieta de estas personas, principalmente la miel, que la vienen utilizando muchas de ellas durante toda su vida en su alimentación (18-22).

## METODOS

Para la realización de este trabajo se ha planteado y diseñado un cuestionario donde se incluyen un total de 24 preguntas, encaminadas a saber el grado de conocimiento, consumo y aceptabilidad que un colectivo de personas mayores de 65 años tiene sobre la miel, polen, jalea real y propóleos.

Se han encuestado a un total de 426 personas, llevándose la recogida de datos entre los meses de marzo y junio del año 2000 en cuatro provincias españolas localizadas en el Mapa 1: Madrid (101 encuestados); Segovia (107 encuestados); Albacete (101 encuestados) y Guadalajara (117 encuestados), ciudades con acusada tradición apícola, principalmente esta última, que es donde se recolecta la famosa miel de La Alcarria con Denominación de Origen, muy conocida en España y fuera de nuestras latitudes. El criterio de selección de los encuestados fue al azar en la calle, teniendo siempre en cuenta que superasen los 65 años de edad.

MAPA 1

Localización geográfica de las provincias donde se ha llevado a cabo el estudio



Los cuestionarios se cumplimentaron en los propios lugares ya indicados, y las preguntas fueron contestadas directamente a los autores de este trabajo que, en todo momento, tratamos de aclarar cuantas dudas les iban surgiendo a los encuestados, quienes manifestaron, en numerosas ocasiones, estaban muy complacidos de que se hiciera este estudio, contribuyendo positivamente al mismo.

Con los datos obtenidos se ha verificado un tratamiento estadístico, concretamente un análisis de la varianza (T-Student), para observar el grado de significación entre las respuestas obtenidas en los distintos lugares estudiados. Para ello, se ha aplicado el Paquete estadístico, y se consideran significativas las diferencias de  $p < 0,05$  (23).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se han recopilado en un total de cuatro tablas y tres gráficas. En la Tabla 1 se muestran los resultados relativos a las preferencias que tienen los encuestados por los distintos tipos de mieles: multiflorales o monoflorales (azahar, brezo, romero, eucalipto, etc.). Asimismo se han incluido datos referentes al consumo de la miel, expresando los porcentajes de respuesta concernientes a los motivos por los que toman este producto apícola, así como el consumo de miel, bien sola como edulcorante, o combinada con distintos alimentos. En la Tabla 2 se recogen las respuestas relacionadas con el momento y la cantidad de miel que toma la población encuestada. Finalmente, en las 3 y 4 se adjunta información sobre el conocimiento que esta población tiene sobre la calidad de la miel. Los resultados de las Tablas 1 a 4 se expresan como porcentaje de respuestas afirmativas de los encuestados en cada ciudad.

TABLA 1

Porcentajes de respuesta de los encuestados en relación a las preferencias según el origen botánico, los motivos de consumo y los alimentos acompañantes de la miel

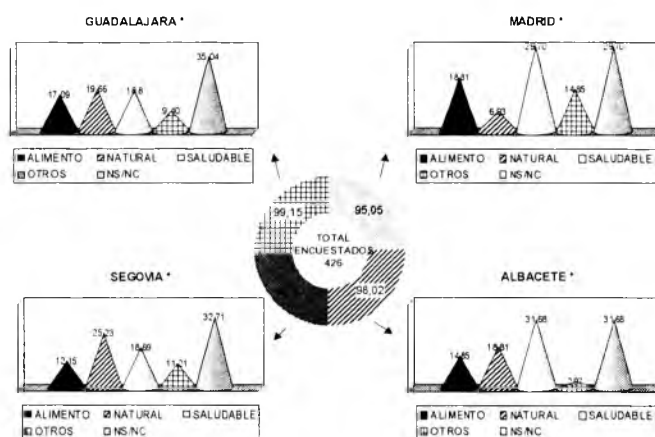
		Guadalajara	Madrid	Segovia	Albacete
Preferencias de los encuestados según origen botánico	Multifloral*	31,62	53,47	42,99	19,80
	Azahar*	0,00	13,86	4,67	5,94
	Brezo*	0,85	9,90	2,80	2,97
	Romero*	57,26	28,71	26,17	77,23
	Tomillo	13,68	11,88	10,28	7,92
	Eucalipto	2,56	6,93	7,48	2,97
	La alcarria*	9,40	5,94	0,93	0,99
	Espiego*	26,50	5,94	7,48	2,97
Motivos por los que toman la miel	Por gusto*	64,96	44,55	57,01	57,43
	Cosmética*	0,85	0,99	8,41	1,98
	Alimento	42,74	32,67	28,97	30,69
	Medicamento	39,32	35,64	33,64	34,65
	Garganta	21,37	31,68	22,43	29,70
	Resfriado*	45,30	38,61	100,00	48,51
	Estreñimiento*	5,13	8,91	3,74	5,94
	Reconstituyente	3,42	10,89	3,74	5,94
	Otros*	2,56	0,00	1,87	5,94
	Alimentos con los que se consume la miel	Sola	19,66	0,99	11,21
Leche		67,52	72,28	54,21	65,35
Cajada		5,98	18,81	12,15	4,95
Queso		5,13	13,86	4,67	8,91
Yogur		0,85	22,77	22,43	8,91
Infusiones		10,26	11,88	16,82	12,87
Pan y/o tostadas		27,35	15,84	31,78	38,61
Limón		6,84	1,98	2,80	7,92
Dulces		0,00	29,70	1,87	5,94

\*Datos estadísticamente significativos en relación a las distintas ciudades ( $p < 0,05$ ).

Asimismo, se presentan tres gráficos, reflejando en el primero el porcentaje de personas que consideran la miel beneficiosa por distintos motivos, y en el 2do. los diferentes lugares donde adquieren este producto. Por último, el Gráfico 3 ilustra los datos relativos al conocimiento y consumo de los otros productos apícolas estudiados: polen, jalea real y propóleos.

GRAFICO 1

Porcentaje de encuestados que consideran la miel beneficiosa por distintos motivos



\* Diferencias estadísticamente significativas en relación a las distintas ciudades ( $p < 0,05$ ).

TABLA 2  
Momento del día y cantidad de miel consumida

Ciudad	Momento del día (%) *				Cantidad (%) *			
	Desayuno	Cena	Cualquier hora	NS/NC	1 Cucharada	2 Cucharadas	Más cucharadas	NS/NC
Guadalajara	47,01	10,26	37,61	5,13	57,26	29,91	4,27	8,55
Madrid	29,70	24,75	29,70	15,84	39,60	35,64	6,93	17,82
Segovia	37,38	24,30	27,10	11,21	65,42	17,46	1,87	14,95
Albacete	42,57	13,86	39,60	3,96	38,61	41,58	14,85	4,95

\* Datos estadísticamente significativos en relación a las distintas ciudades ( $p < 0,05$ )

TABLA 3  
Datos relativos a la cantidad de la miel

Ciudad	Consecuencias del endurecimiento *			Caducidad *			Calidad *			Consistencia *				
	...se puede consumir	...está estropeada	NS/NC	SI	NO	NS/NC	Claras	Oscuras	Indiferente	NS/NC	Sólidas	Líquidas	Indiferente	NS/NC
Guadalajara	92,31	2,56	5,13	30,77	59,83	9,40	42,74	39,32	17,95	0,00	32,48	13,68	35,04	18,80
Madrid	73,27	18,81	7,92	41,58	55,45	2,97	19,80	51,49	28,71	0,00	20,79	22,74	25,74	30,72
Segovia	79,44	14,02	6,54	38,32	49,53	12,15	30,84	53,27	15,89	0,00	25,23	28,04	27,10	19,63
Albacete	91,09	5,94	2,97	17,82	78,22	3,96	43,56	32,67	23,76	0,00	32,67	21,78	37,62	7,92

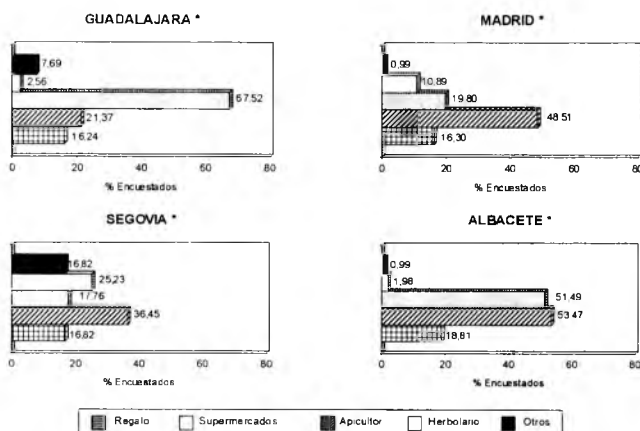
\* Datos estadísticamente significativos en relación a las distintas ciudades ( $p < 0,05$ )

TABLA 4  
Otros datos relativos a la miel

Ciudad	¿Considera que es un producto caro?*			Para endulzar sus comidas utiliza como edulcorante.....						¿Le gustaría que tuviesen miel en las cafeterías? *		
	SI	NO	NS/NC	..miel *		..azúcar *		..sacarina		SI	NO	NS/NC
				SI	NO	SI	NO	SI	NO			
Guadalajara	15,38	73,50	11,11	35,90	64,10	59,83	40,17	26,50	73,50	77,78	5,13	17,09
Madrid	26,73	67,33	5,94	14,85	85,15	62,38	37,62	32,67	67,33	71,29	18,81	9,90
Segovia	19,63	62,62	17,76	33,64	66,36	75,70	34,30	20,56	79,44	72,90	16,82	10,28
Albacete	9,90	84,16	5,94	29,70	70,30	70,30	29,70	17,82	82,18	91,09	5,94	2,97

\* Datos estadísticamente significativos en relación a las distintas ciudades (p < 0.05).

GRAFICO 2  
¿Dónde adquiere la miel?



datos estadísticamente significativos en relación a las distintas ciudades (p < 0.01), excepto para la variable «regalo»

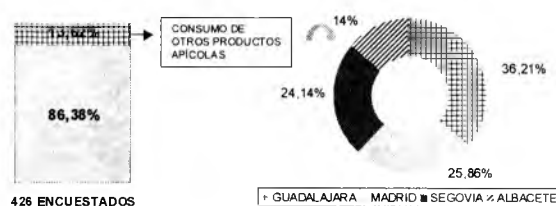
\* Diferencias estadísticamente significativas en relación a las distintas ciudades (p < 0.01), excepto para la variable «regalo».

En el Gráfico 1 se aprecia que la práctica totalidad de encuestados consideran que la miel es beneficiosa para el organismo, si bien los motivos que alegan difieren de una ciudad a otra, predominando la respuesta de que es saludable, entendiendo por este término distintas acepciones: “beneficioso para la salud”, “cura distintas patologías”, “propiedades medicinales”... si bien tenemos que indicar que un 29% manifiesta que es beneficiosa, aunque no indican el motivo.

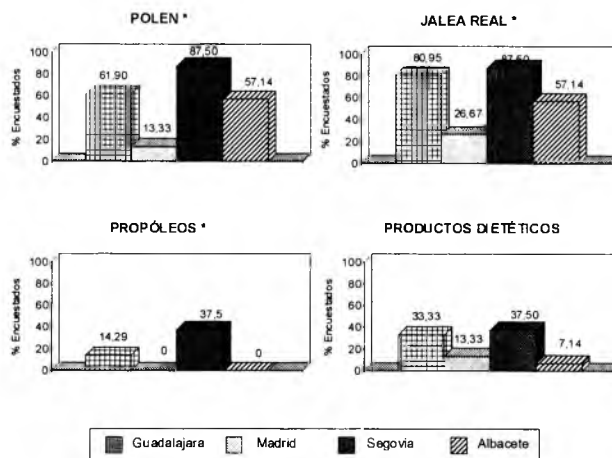
Respecto a las preferencias por los distintos tipos de mieles, la Tabla 1 muestra que las mieles multiflorales están dentro de las preferencias de la totalidad del colectivo encuestado, aunque con diferencias entre las cuatro ciudades motivo de estudio (p < 0,05). De las monoflorales, es la de romero la que mayor aceptación presenta, principalmente en Albacete, donde alcanza un 77,23%, seguido de Guadalajara. En este último lugar también destaca la de

espliego, tomillo y la miel de La Alcarria, propia del lugar, con Denominación de Origen y que, por el contrario, en Segovia y Albacete apenas la conocen y consumen.

GRAFICO 3  
Datos relativos a otros productos apícolas



PORCENTAJE DE ENCUESTADOS QUE CONSUMEN OTROS PRODUCTOS APICOLAS Y DIETÉTICOS



\* Datos estadísticamente significativos en relación a las distintas ciudades (p < 0,05).

En cuanto a los motivos por los que toman miel (Tabla 1), el porcentaje mayoritario de respuestas es principalmente porque les gusta ( $p < 0,05$ ), seguido de los que consideran que es un alimento habitual en su dieta, o bien que lo toman como un medicamento, como medio paliativo de distintas afecciones, principalmente para problemas de garganta por la cantidad de ácidos que contiene así como por el componente inhibina, de carácter antibiótico, presente en su composición. También es consumida para los problemas de estreñimiento, ya que las cantidades de fructosa que presenta pueden tener un efecto laxante. Destacan el 100% de encuestados de Segovia, que dicen tomarla para combatir resfriados. También queremos destacar que un reducido número de encuestados utiliza la miel en cosmética, en forma de mascarilla, champú, gel de baño, etc.

Las respuestas relativas al momento del día y cantidad de miel consumida aparecen en la Tabla 2, donde se puede observar que es en el desayuno, o a cualquier hora del día, cuando mayoritariamente la toman, resultando también significativo el momento de la cena, principalmente en Madrid y Segovia. En relación a la cantidad que consumen, las respuestas obtenidas, si bien han sido heterogéneas, se cifran entre una y dos cucharadas, resaltando Albacete, donde el 14,85% de los entrevistados afirman tomar más de dos cucharadas diarias.

El alimento con el que mayoritariamente toman la miel es con leche, seguido de pan y/o tostadas. Asimismo, también se observa, aunque con diferencias entre los cuatro lugares ( $p < 0,05$ ), el acompañamiento de este producto natural con cuajada, queso y yogur, apreciándose que es en Guadalajara donde se obtiene el consumo más bajo con derivados lácteos, aumentando, por el contrario, las personas que toman la miel sola, en un 19,66%, así como la ausencia de tomarla con dulces. Estos datos se invierten totalmente en Madrid, donde sí se aprecia un consumo con dulces, en un 29,70%, y prácticamente no encontramos consumidores que la tomen sola (Tabla 1).

En este trabajo también consideramos oportuno obtener datos sobre la información que los encuestados tenían referente a la calidad de la miel, datos que se resumen en la Tabla 3. Como podemos observar, la mayoría manifiesta que las mieles endurecidas se pueden consumir, hecho que pone de manifiesto el buen conocimiento que este colectivo tiene sobre este producto. Referente a la caducidad de la miel, existe un gran porcentaje de personas que consideran que no tiene caducidad, destacando Albacete con un 78,22%.

Los datos relacionados con el color de las mieles muestran diverso grado de preferencia entre claras y oscuras, destacando que le son indiferentes, en un 28,71% de los encuestados en Madrid y un 23,76% en Albacete. La pregunta relativa a la consistencia de la miel es en la que se advierte una similitud entre aquellos que las prefieren sólidas, líquidas o bien les

son indiferentes, registrándose en Madrid un número de encuestados, considerable, superior al 30%, incluidos en el grupo no sabe/no contesta (NS/NC).

A la pregunta de si la miel es un producto caro, la mayoría contesta que no, datos que se recogen en la Tabla 4, conjuntamente con las respuestas obtenidas acerca del tipo de edulcorante utilizado para endulzar sus comidas y si les gustaría que se sirviera miel en las cafeterías. El edulcorante que mayoritariamente utiliza este colectivo es el azúcar y en menor medida la miel y sacarina, respondiendo un número elevado que les parece muy importante incluir la miel, como edulcorante, en las cafeterías para aquellas personas que les guste, hecho que ya está ocurriendo en numerosos establecimientos españoles y extranjeros.

Por último, y en relación a los lugares de adquisición de la miel (Gráfico 2), tanto en Guadalajara como en Albacete, la compra mayoritaria la realizan directamente del apicultor, hecho lógico, ya que son zonas ricas en colmenas, principalmente la primera, mientras que en Madrid y Segovia se verifica, principalmente, en supermercados.

En referencia a los otros productos de la colmena, de los 426 encuestados, únicamente el 13,62% los conocen y los toman, repartiéndose de la siguiente manera: el 36,21% corresponde a Guadalajara, el 25,86% a Madrid, el 13,79% a Segovia y el 24,14% a Albacete. De estos productos, el polen y la jalea real son los más consumidos principalmente en Guadalajara y Segovia, disminuyendo su consumo en Albacete y en Madrid. Referente al propóleo es el que menor aceptación presenta, careciendo de consumidores tanto en Madrid como en Albacete y, además, pudimos comprobar que muchas de estas personas ignoraban que este producto también procede de la colmena, es más, algunos nos dijeron que era la primera vez que escuchaban ese término. También quisimos saber el consumo que la población encuestada tenía en relación a los productos dietéticos formulados con sustancias del colmenar y enriquecen otros nutrientes, principalmente vitaminas y minerales, con los que se combinan productos que pertenecen al gran mundo de los dietéticos. A este respecto, vuelve a ser significativo el número de personas que toman este tipo de productos como suplemento a su dieta, en porcentajes de un 33,33% y 37,50% respectivamente, en Guadalajara y en Segovia, hecho que no se continúa en las otras zonas estudiadas, Madrid y Albacete.

## CONSIDERACION FINAL

Como consideración final de este trabajo, queremos manifestar que para el colectivo estudiado, la miel tiene una gran importancia en su dieta diaria, considerándola beneficiosa por sus propiedades nutritivas y también medicinales. Además, también hemos comprobado que la

mayoría tiene muy buena información sobre la calidad de las mieles y, entre sus preferencias predominan en general, las multiflorales y la extraordinaria y deliciosa miel de romero, muy cotizada en nuestros mercados.

En relación a los otros productos obtenidos del colmenar, la mayoría no los conocen. Sin embargo, algunos de ellos, habitualmente toman productos dietéticos que sí los contienen, indicándonos un pequeño porcentaje que los consideran muy beneficiosos como complemento a su dieta diaria, por su aporte, principalmente, en micronutrientes y minerales.

### REFERENCIAS

- Rodríguez Palmero M<sup>a</sup>. "Alimentación en la persona de edad avanzada". *Offarm*. 2000, Mayo: 112-120.
- De Frutos Prieto A, Blázquez Abellán G, Téllez González M, y Orzáez Villanueva M<sup>a</sup>.T. "Productos apícolas: comercialización y etiquetado". *Alimentación. Equipos y Tecnología*. 2001;1: 125-129.
- Orzáez Villanueva M<sup>a</sup> T, Blanco García S, De Frutos Prieto A, y Blázquez Abellán G. "Importancia nutricional de la miel: un edulcorante natural". *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 2000; 20:10-14.
- Purnell MT, Mitchel CJ, Taylor DJ, Kokay IC, Mercer A.R. "The influence of endogenous dopamine levels on the density of [3H]SCH23390-binding sites in the brain of the honey bee, *Apis mellifera* L.". *Brain Res*, 2000;14, 855 (2): 206-216.
- Masterman R, Ross R, Mesce K, Spivak M. "Olfactory and behavioral response thresholds to odors of diseased plood differ between hygienic and non hygienic honey bees (*Apis mellifera* L.)". *J Comparative Physiology*, 2001;187 (6):441-452.
- Ceyhan N, Ugur A. "Investigation of in vitro antimicrobial activity of honey". *Rivista di biologia*; 2001;94 (2): 363-371.
- Gharzouli K, Gharzouli A, Amira S, Khennouf S. "Protective effect of mannitol, glucose-fructose-sucrose-maltose mixture, and natural honey hyperosmolar solutions against ethanol-induced gastric mucosal damage in rats". *Experimental and toxicologic and pathologic official of the Gesellschaft fur Toxikologische pathologie*, 2001;53 (2-3): 175-180.
- Molan PC. "Potential of honey in the treatment of wounds and burns". *American J Clin Derm*, 2 (1): 9-13. 2001.
- Ustunol Z, Gandhi H. "Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp. In honey-sweetened skim milk". *J Food Protection*, 2001;64 (11): 1775-1779.
- Naghieb M, Samarkandimb AH, AL-Hattab Y, Turkistani A, Delvi MB, Riad W, Attia M. "Metabolic, hormonal and gastric fluid and pH changes after different cooperative feeding regimens". *Can J Anaesth*. 2001;48 (4): 344-350.
- Mobarok-Ali AT, Al-Humahyd MS, Al-Swayeh OA. "Does a glucose-fructose-sucrose-maltose mixture (as present in honey) really possess gastric protection effects?". *Pharmacological Res*, 43(5): 511-512.
- Al-Waili NS. "Therapeutic and prophylactic effects of crude honey on chronic seborrheic dermatitis and dandruff". *European J Med Res*, 2001;6 (7): 306-308.
- Zaghoul AA, El-Shattawy HH, Kassem AA, Ibrahim EA, Reddy IK, Khan MA. "Honey, a prospective antibiotic: extraction, formulation and stability". *Pharmazie*, 56 (8): 643-647.
- Kajiwara S, Gandhi H, Ustunol Z. "Effect of honey on the growth of and acid production by human intestinal *Bifidobacterium* spp. And in vitro comparison with commercial oligosaccharides and inulin". *J Food Protection* 2002;65 (1): 214-218.
- Philippe JM. "Guía del apicultor". Ed. Mundi-Prensa. Madrid.1990.
- Prost PJ. "Apicultura". 2<sup>a</sup> ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 1987.
- Bonet D. "Los productos de la abeja: miel, polen, jalea y propóleos". Ed. Ibis. Barcelona .1994.
- Blanco García S, De Frutos Prieto A y Orzáez Villanueva M<sup>a</sup>.T. "Los productos de la colmena en la población infantil (I). *Vida Apícola*. 2000;99: 35-37.
- Blanco García S, De Frutos Prieto A y Orzáez Villanueva M<sup>a</sup>.T. "Los productos de la colmena en la población infantil (II). *Vida Apícola*. 2000;100: 35-37.
- Orzáez Villanueva M<sup>a</sup>.T, De Frutos Prieto A, Blanco García S y Blázquez Abellán G. "Estudio de productos dietéticos formulados con componentes naturales de la colmena". *Offarm*. 2000, noviembre: 156-162.
- Orzáez Villanueva M<sup>a</sup>.T, Blanco García S y Blázquez Abellán G. "Hábitos, tradición y Navidad: Fusión indiscutible en el consumo de turrone y mazapanes". *Alimentación, Equipos y Tecnología*. 2000;10: 141-147.
- Téllez González M, Martínez Martín M y Orzáez Villanueva M<sup>a</sup>.T. "Hábitos de consumo de productos apícolas en un colectivo perteneciente a la Comunidad de Madrid". *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 1999;19 (5): 29-36.
- SAS/SAT. "User Guide". Version 6. 4<sup>a</sup> ed. Volumen 1 y 2. Sas Institute Inc. Nueva York. 1990.

Recibido: 26-04-2001

Aceptado: 20-06-2002

## Ingesta alimentaria en escolares chilenos de procedencia indígena y no indígena de diferente vulnerabilidad social

*Vanessa García, Hugo Amigo, Patricia Bustos*

Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina- Universidad de Chile

**RESUMEN.** Este estudio transversal se realizó en niños de 6 a 9 años de procedencia indígena y no indígena. Se consideró indígena a aquellos niños cuyos padres tuvieran todos sus apellidos de origen mapuche. No indígenas eran los niños cuyos padres tuvieran todos sus apellidos hispanos. Los participantes pertenecían a tres niveles de vulnerabilidad social: alta vulnerabilidad (extrema pobreza) aquellos residentes en comunas rurales en el sur del país (n=184); (2) mediana vulnerabilidad, aquellos que vivían en comunas urbanas de la misma región del sur (n=248); (3) baja vulnerabilidad, niños residentes en Santiago (n=336). La información alimentaria se obtuvo mediante una encuesta de recordatorio de 24 horas. No hubo diferencias significativas en la ingesta calórica entre etnias en cada nivel de vulnerabilidad. En cambio, se observó que a medida que mejoraba la vulnerabilidad social aumentó la ingesta energética y de macronutrientes: Alta; 1679 Kcal. con una desviación estándar (DE) de 461, Mediana 1878 (DE 484), Baja 1894 (DE 495). Los niños de alta vulnerabilidad tuvieron una ingesta calórica inferior a las recomendaciones FAO/OMS. El consumo de leche, carne, verduras y frutas fue insuficiente en todos los niveles sociales y etnias, acercándose a la recomendación en la zonas de menor pobreza. El pan representa la fuente principal de energía en los niños de mediana y alta vulnerabilidad, alcanzando casi el 50% del consumo. En conclusión las diferencias en el acceso a una adecuada alimentación están asociadas a las condiciones sociales y no a pertenecer a determinada etnia.

**Palabras clave:** Ingesta alimentaria, indígenas, vulnerabilidad social, escolares.

**SUMMARY.** Food intake in indigenous and non-indigenous Chilean schoolchildren by socio-economical status. The study was based on a cross-sectional design of children from six to nine year olds. Indigenous children were those whose parents had all surnames of this ethnic origin. Non-indigenous children were those with Hispanic surnames. Participants belonged to one of the three social vulnerability groups: high vulnerability (extreme poverty) living in rural communities in a southern region of the country (n=184); medium vulnerability living in urbanized settings in the same region (n=248); low vulnerability living in Santiago of Chile (n=336). Food intake was estimated using a 24-hours recall questionnaire. Total energy intake was similar in the two ethnic groups in all vulnerabilities. It was observed that energy and macronutrient intake increased with the improvement of the social vulnerability: High 1679 kcal. with a standard deviation (SD) of 461, Medium 1878 (SD 484), Low 1894 (SD 495). Children in the high social vulnerability group had a total energy intake below the WHO/FAO recommendations. Consumption of milk, meat, vegetables and fruits was insufficient in all social vulnerability levels but it was closer to the recommendation in the low vulnerability group. Bread accounted for almost 50% of the total energy intake in the high and medium vulnerability groups. It is concluded that differences in the access to an adequate feeding are related to social vulnerability and not ethnicity.

**Key words:** Food intake, indigenous, social vulnerability, schoolchildren.

### INTRODUCCION

Los hábitos alimentarios están influidos por una amplia gama de factores, especialmente por aspectos socio-culturales y económicos que determinan en mayor o menor grado la disponibilidad y el acceso a los alimentos (1,2).

En Chile, los indicadores de salud y nutrición han mejorado junto con la mayor disponibilidad y acceso a una adecuada alimentación (3), así la desnutrición prácticamente ha desaparecido, los últimos datos señalan valores menores a 1% en los menores de seis años (4), sin embargo, aún persiste en grupos de mayor pobreza, especialmente en zonas rurales y donde habita la población indígena (5), los cuales podrían tener una alimentación deficiente, además de otros

problemas desencadenados por el círculo de la pobreza. A nivel latinoamericano existe cierto consenso en que los grupos indígenas representan una población de menores recursos, marginados del desarrollo socioeconómico y del avance tecnológico (6).

La mayoría de los indígenas chilenos pertenecen a la etnia mapuche, también denominados araucanos, quienes han habitado históricamente en la región centro-sur del país. Este grupo étnico vive en sectores de pobreza caracterizada por condiciones deficientes de vivienda, alimentación y menor acceso a la salud lo cual ha estimulado la migración de algunos de ellos hacia Santiago (la capital) en busca de mejores oportunidades (7,8). Además de la marcada pobreza, se ha observado que los niños indígenas de las zonas de alta

vulnerabilidad social, que ingresan a la escuela, miden 6 cm. menos que el patrón internacional, mientras que los que han migrado a comunas de buen nivel social de Santiago prácticamente tienen una estatura similar a la mediana de esta referencia (9), lo que sugiere un efecto ambiental en la determinación del retraso de crecimiento. Este hecho ha llevado a la realización de diversos estudios que debaten las influencias genéticas y ambientales determinantes de esta situación (10,11).

Se conoce muy poco sobre los hábitos alimentarios de los grupos indígenas chilenos y si éstos han sido modificados por la influencia de las costumbres de la cultura occidental o de la alimentación de la población no autóctona chilena, caracterizada actualmente por una alta densidad energética y baja adecuación de vitaminas y minerales (12).

El objetivo de esta investigación fue comparar la ingesta alimentaria de escolares indígenas y no indígenas de distinto nivel de vulnerabilidad social al inicio de la enseñanza básica y plantear si fuera necesario, sugerencias de mejoramiento de la cantidad y calidad del consumo alimentario. Este estudio se realizó en escolares que ingresan a la educación básica, por su fácil acceso, ya que en el país el ingreso a la enseñanza básica es muy cercano al 100% (13).

**MATERIAL Y METODO**

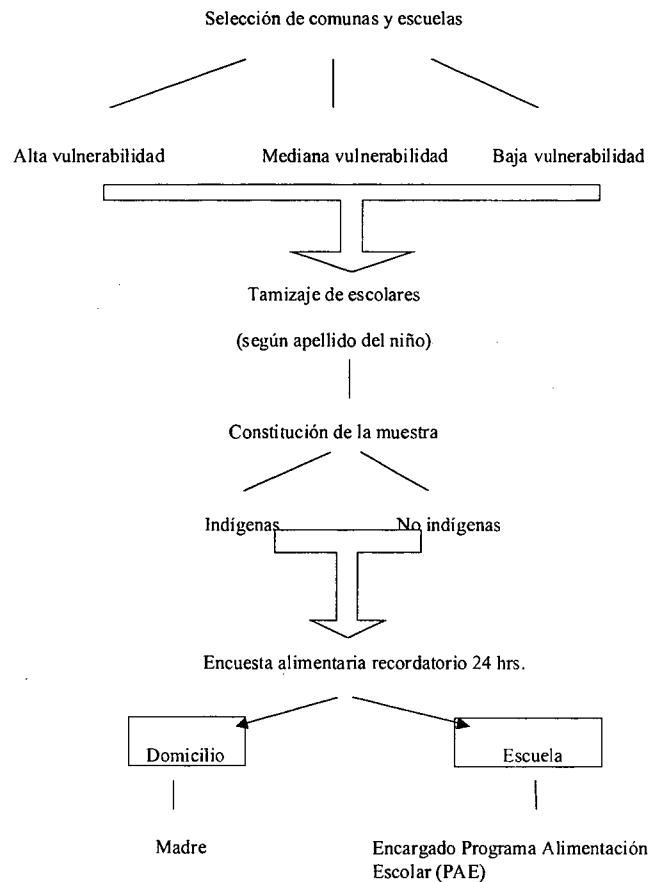
Este trabajo, de diseño transversal, es parte de una investigación realizada entre 1997 y 1999 que consistió en caracterizar el crecimiento de escolares indígenas y no indígenas de 6 a 9 años, que habitaban en comunas de tres vulnerabilidades sociales (alta, mediana y baja) de acuerdo a la clasificación realizada por UNICEF de los municipios del país para la focalización de programas sociales (14). Esta clasificación considera diez factores de riesgo bio-social entre los que destacan desnutrición infantil, bajo peso al nacer, baja escolaridad materna, porcentaje de familias en pobreza, etc. Las zonas escogidas correspondieron a aquellas con mayor población indígena, incluyéndose una región en el sur del país y Santiago. En la zona sur se estudiaron niños que vivían en comunas de alta y mediana vulnerabilidad (zona rural y urbana, respectivamente), mientras que en las comunas de baja vulnerabilidad se incluyeron sólo escolares de Santiago.

Una vez determinadas las comunas de distinto riesgo social, se procedió mediante sorteo aleatorio a seleccionar las escuelas; 42 de 171 en la alta vulnerabilidad, 32 de 42 en la mediana y debido a la dificultad de encontrar niños indígenas en la muy baja vulnerabilidad (Santiago) fue necesario realizar un tamizaje del universo de escuelas donde se encontraban niños de procedencia mapuche (n=75). En cada uno de estos establecimientos educacionales se identificaron niños indígenas y no indígenas que habían

nacido y permanecido hasta la fecha de la entrevista en la misma comuna. Para la selección de los niños al interior de las escuelas se escogieron a todos los escolares de procedencia indígena (selección por conglomerado) y en el caso de los no indígenas en forma aleatoria simple (criterio aleatorio estratificado). Se consideró indígena a aquellos niños con sus dos apellidos de esta procedencia, al igual que el de sus padres, en tanto se consideraron no indígenas aquellos sin apellidos indígenas ni extranjeros, excepto de ascendencia española, información confirmada en el servicio chileno que registra los nacimientos (Registro Civil y de Identificación). En la Figura 1 se presenta el diseño del estudio.

Para estimar el tamaño muestral se consideró el universo de escolares matriculados en primer y segundo año, la proporción de escolares indígenas en cada vulnerabilidad, los niveles de prevalencia esperados de déficit de crecimiento en cada vulnerabilidad y un error muestral de 8%. La razón indígenas : no indígenas fue 1:1 en la alta y mediana vulnerabilidad y 1:3 en la baja.

**FIGURA 1**  
Componentes del estudio



La información sobre ingesta de alimentos se obtuvo a través de dos fuentes: domicilio y escuela. Se utilizó como instrumento la encuesta de recordatorio de 24 horas, cuya información se completó con el registro alimentario del Programa Gubernamental de Alimentación Escolar (PAE), que entrega parte de la ración alimentaria diaria. A nivel domiciliario se entrevistó a la madre y al escolar participante en el estudio en relación a los alimentos ingeridos por el niño el día anterior. La encuesta se aplicó de tal modo que sólo se consultaba por alimentos consumidos durante días hábiles, excluyendo sábado y domingo por resultar menos representativos de la alimentación habitual. La entrevista fue realizada por profesionales de la salud previamente entrenados, de tal modo de minimizar el margen de error.

Una vez recolectada la información alimentaria, se estandarizaron las medidas caseras de los alimentos registrados en la encuesta y se determinó el aporte nutricional mediante el programa Food Processor version 6.0 (15). También se utilizó la Tabla Chilena de Composición Química de los Alimentos (16), con el objeto de determinar el valor nutricional de algunos alimentos tradicionales chilenos. Se calculó la ingesta promedio de calorías y macronutrientes en cada vulnerabilidad y etnia, comparándolas entre sí, estableciendo las adecuaciones nutricionales específicas para el grupo de edad en estudio. Los requerimientos nutricionales se determinaron de acuerdo a las recomendaciones entregadas

por el Comité FAO/OMS/UNU 1985 para niños y niñas entre 6 y 9 años (17). Finalmente, se calculó la ingesta promedio de alimentos más consumidos por los escolares en cada vulnerabilidad social y etnia y se establecieron comparaciones. Finalmente se elaboró un índice de pobreza familiar, mediante una encuesta a los padres que incluía nivel de educación de ellos características de la vivienda y pertenencias familiares.

El análisis estadístico de los datos se basó en cálculo de medianas y promedios de consumo de los alimentos, y para verificar las diferencias estadísticas se empleó ANOVA de un factor, mientras que para ver el origen de las diferencias se aplicó el test de Scheffé. Para constatar asociaciones se utilizó la prueba  $\chi^2$ , considerándose significación con un  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Las características de la muestra se presentan en la Tabla 1. Los grupos de indígenas y no indígenas fueron similares en porcentaje de varones y en el promedio de edad al interior de cada vulnerabilidad. La proporción de hogares clasificados como pobres fue mayor en los indígenas en todos los niveles de vulnerabilidad, aunque el porcentaje disminuye a medida que la vulnerabilidad comunal mejora.

TABLA 1  
Características generales de la población en estudio

Variable	Nivel de vulnerabilidad					
	Alta		Mediana		Baja	
	Indígenas	No Indígenas	Indígenas	No indígenas	Indígenas	No indígenas
N	92	92	124	124	84	252
Edad (años)*	7.6 ± 0.87	7.7 ± 1.27	7.4 ± 1.10	7.3 ± 0.78	7.8 ± 0.97	7.8 ± 0.84
Varones (%)	50	50	57.3	49.3	47.4	47.6
Pobreza (%)**	91.3	64.1	51.6	14.5	15.5	1.2

\* Promedio ± desviación estándar.

\*\* Hubo diferencias significativas entre indígenas y no indígenas en cada vulnerabilidad social.

Al estudiar la ingesta calórica, se observó un gradiente positivo a medida que disminuía el riesgo social al comparar los tres niveles de vulnerabilidad ( $p < 0.01$ ). Los escolares de la alta vulnerabilidad tuvieron una ingesta calórica, de proteínas e hidratos de carbono significativamente menor a la encontrada en las otras dos vulnerabilidades ( $p < 0,001$ ). Los niños de la baja vulnerabilidad en tanto, mostraron mayor consumo de calorías, proteínas y en particular de lípidos ( $p < 0,01$ ). Al comparar el consumo entre etnias en cada

vulnerabilidad, no se encontraron diferencias significativas (Tabla 2).

La ingesta calórica en la alta vulnerabilidad fue en promedio 10% menor a la recomendación para este grupo de edad, mientras que en la mediana vulnerabilidad fue similar a lo establecido y en la baja superó levemente lo recomendado. El consumo de proteínas superó ampliamente el nivel seguro de ingesta en todos los grupos estudiados (Tabla 2).

**TABLA 2**  
Ingesta de macronutrientes en escolares indígenas y no indígenas según vulnerabilidad social

	kcal			Proteínas (g)			H. de Carbono (g)			Lípidos (g)		
	Prom.	DS	Med	Prom.	DS	Med	Prom.	DS	Med	Prom.	DS	Med
<b>Alta vulnerab.</b>												
Indígenas	1638	±446,4	1596	58,2	±20,7	57,9	259,6	±71,3	249,5	41,1	±15,1	41,1
No indígenas	1721	±474,6	1669	61,9	±19,8	60,5	265,7	±81,9	259,0	46,1	±16,7	44,3
Total	1679	±461	1621	60,1	± 20,3	59,1	262,6	±76,6	252,0	43,6	± 16,1	42,5
<b>Mediana vulnerab</b>												
Indígenas	1826	±440,8	1850	64,0	±18,9	63,3	293,3	±77,8	290,0	43,6	±18,9	42,5
No indígenas	1930	±520,1	1866	66,8	±19,3	65,0	298,8	±81,2	287,0	56,1	±52,5	46,4
Total	1878	±480	1865	65,4	±19,1	64,3	296,1	±79,4	288,0	49,8	±39,8	44,8
<b>Baja vulnerab.</b>												
Indígenas	1854	±491	1815	65,7	±18,9	62,7	277,8	±75,4	271,0	59,3	±46,6	53,8
No indígenas	1908	±496	1859	69,0	±20,6	66,0	281,8	±74,6	177,5	59,2	±22,9	54,2
Total	1894	±495	1846	68,2	±20,2	65,3	280,8	± 74,7	277,0	59,2	±30,6	54,2

Intra-vulnerabilidades Análisis de varianza: NS

Entre vulnerabilidades: Calorías F= 14,075 p<0,001

Proteínas F= 10,210 p<0,001

Hidratos de carbono F=10,828 p< 0,001 Lípidos F= 16,249 p<0,001

Test de Sheffé : Para calorías, proteínas e hidratos de carbono: diferencia entre la alta vulnerabilidad en relación a las otras dos.

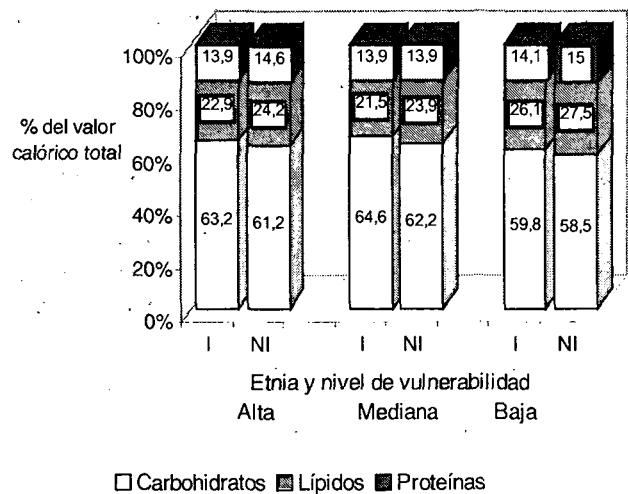
Para lípidos: diferencias en la baja vulnerabilidad en relación a las otras dos.

Al analizar la distribución de la molécula calórica (DMC) se observó que el porcentaje de calorías provenientes de las proteínas (P%) es algo superior a lo recomendado en los tres niveles sociales y etnias al fluctuar entre 13,9 y 15, mientras que el porcentaje de calorías aportados por los lípidos (G%) está dentro de lo sugerido (<30% del valor calórico total), siendo mayor en la baja vulnerabilidad. En escolares indígenas de la alta y mediana vulnerabilidad, la proporción calórica ingerida como hidratos de carbono supera el 60% recomendado (Gráfico 1). No hubo diferencias significativas entre vulnerabilidades ni etnias al comparar la DMC.

En relación al consumo de algunos alimentos (Tabla 3) se observó que en la baja vulnerabilidad hubo en promedio, un mayor consumo de leche y frutas. La ingesta de leche superó en más de 50 ml al registrado en las otras vulnerabilidades (p<0,001). El de frutas fue el doble al compararla con los otros dos niveles de riesgo social, observándose que los niños de Santiago ingieren en promedio 1 fruta diaria al menos (100 g), mientras que los de la mediana y alta vulnerabilidad no superan la media unidad (p<0,001). En tanto, la ingesta de carne fue levemente superior en la baja vulnerabilidad, aunque no significativo. El pan tuvo un amplio consumo en los tres niveles de vulnerabilidad, aunque fue significativamente mayor en la mediana vulnerabilidad, alcanzando a tres unidades diarias en estos niños, lo cual representa el 49% de las calorías totales ingeridas. El consumo de verduras fue significativamente mayor en la alta

vulnerabilidad, aunque muy por debajo de lo recomendado para este grupo de edad. Finalmente, se observó que el consumo de legumbres fue mayor en la mediana vulnerabilidad al compararse con la baja.

**GRAFICO 1**  
Distribución porcentual de macronutrientes en relación a ingesta calórica total observada



p= No significativo Intra e inter vulnerabilidades

I= Indígena NI= No indígena

TABLA 3  
Ingesta promedio de alimentos seleccionados en escolares según etnia y nivel de vulnerabilidad social

	Leche (ml)		Carne (g)		Legumbres (g)		Pan (g)		Frutas (g)		Verduras (g)	
	Prom.	DS	Prom.	DS	Prom.	DS	Prom.	DS	Prom.	DS	Prom.	DS
<b>Alta vulnerab.</b>												
Indígenas	203,5	160,3	50,7	67,8	68,1	129,8	261,9	99,7	52,8	96,6	90,9	100,9
No indígenas	216,3	183,0	66,2	74,7	72,2	125,6	260,0	139,6	48,3	61,1	86,4	82,5
Total	209,8	171,9	58,4	71,6	70,2	127,4	260,9	121,2	50,6	80,4	88,2	91,9
Significancia	NS		NS		NS		NS		NS		NS	
<b>Mediana vulnerab.</b>												
Indígenas	181,7	186,1	53,4	57,1	93,9	151,9	316,4	113,6	53,2	62,7	52,2	45,4
No indígenas	201,4	200,9	73,6	111,6	107,6	164,0	281,0	104,5	57,6	79,4	52,3	51,8
Total	191,6	193,5	63,5	89,0	100,8	157,9	298,1	110,6	55,4	71,4	52,3	48,6
Significancia	NS		NS		NS		p=0,01		NS		NS	
<b>Baja vulnerab.</b>												
Indígenas	232,1	177,7	70,4	67,5	74,4	147,8	205,3	108,8	95,3	80,0	77,4	51,9
No indígenas	276,7	191,7	74,9	58,5	52,9	114,2	187,6	100,3	112,1	116,2	76,1	56,2
Total	265,5	188,9	73,7	60,8	58,4	123,7	192,1	102,7	107,9	108,4	76,4	55,1
Significancia	NS		NS		NS		NS		NS		NS	

#### Test Scheffé

Leche = Diferencia significativa en baja vulnerabilidad en relación a la alta y mediana.

Carne = NS

Legumbres = Diferencia significativa entre mediana y baja vulnerabilidad

Pan = Diferencia significativa entre todas las vulnerabilidades.

Frutas = Diferencia significativa en la baja vulnerabilidad en relación a la alta y mediana.

Verduras = Diferencia significativa en mediana vulnerabilidad en relación a la alta y baja.

## DISCUSION

Los resultados reflejan que las diferencias en el consumo alimentario están más asociadas a diferencias sociales que étnicas, hecho que concuerda con lo observado en otros lugares donde el déficit de consumo está relacionado a condiciones socioeconómicas adversas vinculadas con una baja capacidad de compra (18). El hecho que en muchos lugares de América Latina sea la población indígena la que se encuentre en una situación alimentario nutricional más deteriorada reflejaría que es su pobreza la razón determinante y no factores culturales ligados a hábitos alimentarios.

La realidad chilena no es diferente a la de otros países del continente. A pesar de los avances que se han observado en el país, en relación a los indicadores macroeconómicos, los indígenas han continuado marginados del progreso socioeconómico, lo que se observa precisamente en las zonas donde esta población habita en que están los mayores índices de pobreza extrema (14). Sin embargo, el progreso social ha permitido que al menos algunos grupos de indígenas, especialmente aquellos que han migrado a grandes centros urbanos hayan logrado mejorar su calidad de vida, lo que se ha reflejado en un mejor estado nutricional de estas poblaciones (9).

Los resultados de este estudio señalan que la situación de alimentación de los grupos indígenas chilenos no es diferente a la que tienen los no indígenas al comparar la información dentro de un mismo riesgo social y esto puede tener varias explicaciones:

- Los escolares indígenas chilenos no parecen tener hábitos alimentarios nativos que los puedan llevar hacia condiciones de déficit o exceso nutricional, a pesar que aún persisten algunas preparaciones originales de su etnia. En la actualidad, la occidentalización de las culturas indígenas es cada vez más frecuente, lo cual ha contribuido a la pérdida de identidad incluyendo los hábitos alimentarios, en grupos autóctonos (19).
- En Chile, prácticamente la totalidad de los niños ingresan a la educación básica y permanecen en ella hasta por lo menos el quinto año básico (13). Los programas sociales, que mantiene desde hace muchos años el Estado chileno, están alcanzando a los grupos objetivos (adecuada focalización). Entre ellos se cuenta el PAE que en zonas rurales no sólo cumple objetivos nutricionales al cubrir la brecha alimentaria que pudieran tener estos escolares, sino que además contribuye directamente a estimular la asistencia a clases, evitar la deserción y mejorar el

rendimiento escolar. Se debe mencionar que una alta proporción de escolares indígenas son beneficiarios del PAE y en el área rural, este beneficio cubre a la totalidad de los escolares, cualquiera sea su condición social recibiendo un aporte diario de 1000 kcal. distribuidas en tres raciones.

Con respecto a las características de la alimentación, llama la atención la relevancia de la ingesta de pan, con un consumo superior a dos unidades (100 gr cada uno) siendo aún mayor en zonas rurales y ciudades pequeñas. De esta situación surgen dos observaciones: en primer lugar, confirma la coherencia de las estrategias alimentarias chilenas que incluyen la fortificación de la harina de trigo con sales de hierro y vitaminas del complejo B que se realiza en el país desde hace varias décadas (20). Si bien en nuestro medio este programa de fortificación ha sido exitoso, debe evaluarse su utilidad en otros países de América Latina, donde el pan y sus derivados no son alimentos de consumo básico y masivo.

A pesar de las ventajas nutricionales descritas, debe considerarse un segundo aspecto del consumo de pan, relacionado con su papel de principal aportador energético en la población infantil estudiada. Esto puede tener un impacto negativo a nivel de salud pública debido a la preocupante y creciente prevalencia de obesidad en la población mapuche (21) y no mapuche (12). En este sentido, podría sugerirse una re-distribución de alimentos aportadores de energía, a través del PAE, dando preferencia a legumbres y cereales ricos en fibra, contribuyendo así a generar mejores hábitos alimentarios y a prevenir enfermedades crónicas asociadas a malnutrición en la vida adulta.

El escaso consumo de frutas y verduras reportados en el área rural, es un elemento que llama la atención porque Chile es un país productor y exportador de frutas, lo que puede interpretarse como un bajo autoconsumo de estos alimentos en estas zonas. Esto podría atribuirse a que el pequeño agricultor prefiere vender sus productos a fin de adquirir los recursos necesarios para la subsistencia asegurando otros víveres; otra probable explicación es que la programación de las cosechas en los pequeños productores está dirigida a atender las demandas del mercado y no a las necesidades de alimentación del grupo familiar. Finalmente, otro factor a considerar es que las encuestas alimentarias fueron aplicadas en meses de invierno, donde el consumo de verduras y frutas es menor por la baja disponibilidad y el mayor costo económico que tienen en esta época del año.

El aumento en el consumo de frutas y verduras se podría incentivar directamente a través de los programas de alimentación escolar, asegurando un consumo diario mínimo a estos niños, como ya se está incorporando en otros países con perfil epidemiológico similar al de Chile (22). En el área rural podría estimularse, a nivel familiar o comunitario, mecanismos de conservación de frutas y verduras (alimentos

desechados, conservas, etc) para épocas en que su disponibilidad es menor.

Al igual como ocurrió con las frutas y verduras, el consumo de leche es inferior a lo recomendado y concordante con el comunicado por otros autores (23), lo cual es relevante si se considera que se estudió niños en crecimiento, una etapa óptima para el depósito de este mineral. Este hallazgo refuerza la importancia de aumentar a esta edad el consumo de alimentos ricos en calcio especialmente lácteos y sus derivados. Cabe destacar que los escolares beneficiarios del PAE reciben al menos una vez al día un sucedáneo de la leche equivalente a 200cc, el cual representa el único consumo regular durante la semana, ratificando la importancia de mantener o aumentar este alimento en los programas de alimentación.

A pesar de que el instrumento utilizado para registrar el consumo alimentario tiende a reflejar una situación que puede variar junto con la estacionalidad del año, el estudio tiene la fortaleza que se tomaron todas las normas para estandarizar las medidas de consumo, junto con corroborar la ingesta alimentaria con la información nutricional entregada por el PAE. Además, para una mejor caracterización y definición de algunos alimentos típicos, se obtuvieron recetas proporcionadas por las madres de los niños y se calculó el valor nutricional mediante la Tabla de Composición Química Chilena. Por otro lado, si bien existe bastante literatura a nivel internacional sobre ingesta y hábitos alimentarios en poblaciones indígenas (19, 24-26), no hemos encontrado comunicaciones previas chilenas que describan el patrón alimentario de escolares mapuches de distinta vulnerabilidad social.

Los hallazgos de este estudio reflejan que las diferencias en el acceso a una mejor calidad de alimentación responden a diferencias sociales más que a pertenecer a determinada etnia. También se concluye que los hábitos alimentarios autóctonos han evolucionado hacia una alimentación occidentalizada, con lo cual este grupo étnico no sólo pierde otro elemento de identidad cultural sino que presenta un mayor riesgo de tener exceso de peso y sufrir de enfermedades crónicas en la vida adulta.

Financiado por el Fondo de Investigación Científica y Tecnológica FONDECYT (Proyecto 1970453)

## REFERENCIAS

1. Nestlé M, Wing R, Birch L, Di Sogra L, Drewnowski A. Behavioral and social influences on food choice. *Nut Rev* 1998; 56 :S50-74
2. Tojo R, Leis D, Recarey D, Pavón P. Dietary habits of preschool and school-aged children: health risk and strategies for intervention. In: *Feeding from toddlers to adolescents.*

- Editor Ballabriga A. Nestle Nutrition Workshop Series, Vol 37, 1996, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia
3. Amigo H, Díaz L, Pino P, Vera G. Evolución de la desnutrición infantil en Chile y algunos de sus factores condicionantes: un análisis de series temporales. *Arch Latinoam Nutr* 1994 ; 44 (2) :87-91
  4. Albala C, Vio F. Epidemiological transition in Latin America: the case of Chile. *Public Health* 1995 ; 109 : 431-442
  5. Ministerio de Planificación de Chile (MIDEPLAN). Pobreza y distribución del ingreso en Chile 1990-1998. Santiago, Chile 1999
  6. Psacharopoulos G & Patrinos H. Los pueblos indígenas y la pobreza en América Latina: Un análisis empírico. Washington, D. C, World Bank 1994
  7. Oyarce AM, Schkolnik S. Los Mapuches : Una investigación multidisciplinaria en reducciones indígenas de Chile. Capítulo 7 en : "Estudios sociodemográficos de pueblos indígenas". Editado por el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE), Santiago, 1994
  8. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). XVI Censo Nacional de Población 1992. Población Mapuche. Tabulaciones especiales. Temuco, 1998. Serie CELADE LC/DEM/G 178/OI 127.
  9. Amigo H, Bustos P, Erazo M, Radrigán ME. Comparación del estado nutricional entre escolares indígenas y no indígenas. *Rev Med Chile* 1999; 127: 903-10
  10. Valenzuela C, Rothhammer F. Sex dimorphism in adult stature in four Chilean populations. *Ann Human Biol* 1978; 5 (6): 533-38
  11. Bustos P, Amigo H, Letelier P y Jorquera E. Déficit de crecimiento en escolares de procedencia indígena. *Rev Chil Nutr* 1995; 23 (1) :42-47.
  12. Albala C, Vio F, Kain J, Uauy R. Nutrition transition in Chile: determinants and consequences. *Public Health Nutr* 2002; 5 (1A): 123-28
  13. UNICEF. Estado mundial de la infancia 2000. Ginebra 2000.
  14. UNICEF. Una propuesta de clasificación de las comunas del país según situación de la infancia. Santiago, Chile. Andros, 1994.
  15. Food processor for windows version 6.0. User guide, Salem, Oregon, 1995.
  16. Schmidt-Hebbel H, Pennacchiotti I, Masson L, Mella MA. Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos. 8a Ed. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago., 1992.
  17. FAO/OMS/UNU. Necesidades de energía y proteínas. Serie Inf Tecn N° 724. Ginebra, OMS 1985
  18. Pinstrup-Andersen L. Food Prices and the poor in developing countries. En : "Food Policy. Integrating Supply, Distribution and Consumption". Edit : Gittinger J, Hoisington C. 1987 ;pp 282-292
  19. Whiting SJ, Mackenzie ML. Assessing the changing diet of indigenous peoples. *Nutr Rev* 1998; 56: 248-50
  20. Araya H, Pak N. Importancia de la fortificación de alimentos en la salud de la población chilena. *Rev Chil Nutr.* 1996; 22 : 137-43
  21. Pérez-Bravo F, Carrasco E, Santos JL, Calvillán M, Larenas G, Albala C. Prevalence of type 2 diabetes and obesity in rural mapuche population from Chile. *Nutrition* 2001; 17:236-38.
  22. Parker L, Fox A. The Peterborough Schools Nutrition Project: a multiple intervention programme to improve school-based eating in secondary schools. *Public Health Nutr* 2001; 4(6): 1221-28
  23. Leiva L, Burrows R, Lillo R, Pumarino H, Muzzo S. Mineralización ósea e ingesta de calcio en escolares chilenos. *Arch Latinoam Nutr* 1995; 45(3):178-82
  24. Kuhnlein HV, Receveur O. Dietary change and traditional food systems of indigenous people. *Annu Rev Nutr* 1996; 16: 417-42
  25. Thompson SJ, Gifford SM, Thorpe L. The social and cultural context of risk and prevention: food and physical activity in an urban Aboriginal community. *Health Educ Behav* 2000; 27(6): 725-43
  26. Lako JV. Dietary trend and diabetes: its association among indigenous Fijians 1952 to 1994 *Asia Pac J Clin Nutr* 2001; 10(3): 183-87.

Recibido:27-12-2000

Aceptado:02-08-2002

## Evaluación de la actividad de cultivos probióticos sobre *Listeria monocytogenes* durante la producción y almacenamiento de yogur

Darling Berrocal, María Laura Arias, Marjorie Henderson y Eric Wong

Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica

**RESUMEN.** Para evaluar el efecto de cultivos probióticos sobre *Listeria monocytogenes* durante la producción y almacenamiento de yogur se preparó una mezcla para yogur (10.6% de sólidos líquidos no grasos (SLNG), 3% de grasa y 0.3% de gelatina); la cual se homogeneizó y pasteurizó. El yogur se inoculó con cantidades de 0, 10<sup>2</sup>, 10<sup>4</sup> y 10<sup>6</sup> UFC/ml de *L. monocytogenes* y con 0.02% de cultivo láctico tradicional YC 180 (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) y de cultivo probiótico ABY-1 (*Bifidobacterium longum*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*). La mezcla de yogur se incubó a 43°C por 3 horas, hasta un pH de 4.8 aproximadamente, seguido por refrigeración a 5°C durante 21 días. Durante la fermentación se tomaron muestras cada hora y durante el almacenamiento cada 3 días, determinándose, para cada tiempo, pH, conteo de bacterias lácticas, bifidobacterias y del patógeno. Se demostró que no hubo un efecto simple significativo para el tipo de cultivo (ABY-1 y YC180) ( $p=0.684$ ) sobre la cantidad de *L. monocytogenes* presente en el yogur durante el periodo de fermentación y su almacenamiento, por lo que se puede decir que la presencia de bifidobacterias en el cultivo ABY-1 no presentó un efecto significativo sobre *L. monocytogenes*. Por su parte, el efecto de la variable tiempo sobre la *Listeria monocytogenes* no resultó ser significativo ( $p=0.448$ ). Se puede afirmar que para este caso en particular, los cultivos ABY-1 y YC 180 mostraron un efecto bacteriostático sobre el desarrollo del patógeno. Esto no tiene ninguna relación con el efecto protector que estos cultivos tienen a nivel intestinal ya que las condiciones in vivo favorecen la producción de antimicrobianos como ciertas bacteriocinas que actúan sobre los patógenos.

**Palabras clave:** Probióticos, yogur, *Listeria monocytogenes*.

### INTRODUCCION

El yogur es uno de los productos lácteos fermentados más aceptados en todo el mundo, ya que, además de su alto valor nutritivo, ofrece ventajas para el hombre, entre las que se puede citar el efecto inhibitorio que ejerce sobre algunas bacterias patógenas. Diversas investigaciones han demostrado que varias especies de bacterias ácido lácticas (BAL),

**SUMMARY.** Evaluation of the effect of probiotic cultures over *Listeria monocytogenes* during the production and storage of yogurt. The effect of probiotic cultures over *Listeria monocytogenes* during the production and storage of yogurt was evaluated. A yogurt mixture (10,6% non-fat solid liquids, 3% fat and 0,3% gelatin) was prepared, homogenized and pasteurized. Yogurt was inoculated with 0, 10<sup>2</sup>, 10<sup>4</sup> and 10<sup>6</sup> CFU/mL of *L. monocytogenes* and 0,02% of traditional lactic culture YC 180 (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*) and probiotic culture ABY-1 (*Bifidobacterium longum*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). It was incubated for 3h at 43°C until pH reached an approximate value of 4,8, followed by refrigeration at 5°C for 21 days. During fermentation, samples were taken every hour, and during storage every 3 days, analyzing pH and lactic, bifidobacteria and pathogen count for each time. It was demonstrated that there was no significant simple effect for the type of culture used (ABY-1 and YC 180) ( $p=0,684$ ) over the amount of *L. monocytogenes* present in yogurt during the fermentation and storage periods. The presence of bifidobacteria in the ABY-1 culture did not present a significant effect over *L. monocytogenes*. Neither the effect of time presented a significant effect over *L. monocytogenes* ( $p=0,448$ ). In this case, the ABY-1 and YC 180 cultures present a bacteriostatic effect over the pathogen. The probiotic cultures had a bacteriostatic but not bactericidal effect over *L. monocytogenes*. This is not related to the protective effect of these cultures in bowel, since in-vivo conditions favor the production of antimicrobial substances, such as bacteriocins that act over pathogens.

**Key words:** Yogurt, probiotics, *Listeria monocytogenes*.

utilizadas en la producción de yogur, presentan una acción antagónica contra patógenos intestinales y de deterioro en alimentos. Las BAL son capaces de prevenir la adherencia, establecimiento, replicación y/o acción patogénica de enteropatógenos específicos. Estas propiedades antagónicas se pueden manifestar por el descenso del pH a través de la producción de ácidos orgánicos volátiles de cadena corta, tales como ácido acético, láctico, o propiónico, compitiendo

por nutrientes específicos para los patógenos, disminuyendo el potencial redox del medio, produciendo peróxido de hidrógeno bajo condiciones anaerobias, y/o produciendo compuestos inhibitorios específicos tales como las bacteriocinas (1). Dentro de los enteropatógenos afectados por la presencia de las BAL se cita *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *C. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*, entre otros (2).

Recientemente se ha popularizado el uso de un nuevo tipo de cultivo láctico, denominado probiótico, el cual se define de la siguiente manera:

... "probiótico es un suplemento alimenticio microbiano que afecta benéficamente la fisiología del huésped mediante la modulación de la mucosa intestinal y el sistema inmunológico, tanto como mejora el balance nutricional y microbiano en el tracto intestinal"... (1).

Existen diversas preparaciones disponibles en el mercado que contienen, por lo general, *L. delbreuckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. lactis*, y *L. reuteri*. Las bifidobacterias (*Bacillus bifidus*) también son utilizadas como probióticos, las especies usadas comúnmente son *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*, y *B. thermophilum* (1).

La salud y beneficios que se le atribuyen a las bifidobacterias pueden generalizarse bajo las siguientes categorías: mantenimiento del balance de la microflora normal intestinal, especialmente en ancianos y niños, mejoramiento de la tolerancia a la lactosa y digestibilidad de los productos lácteos, actividad antitumorogénica, reducción de los niveles de colesterol en suero, producción de sustancias antimicrobianas, síntesis de vitaminas del complejo B y absorción de calcio. A partir de estos hallazgos, la industria láctea se ha enfocado en nuevos procesos de producción (3).

Diversas investigaciones en las que se ha estudiado y evaluado el comportamiento de *L. monocytogenes* durante la elaboración, maduración y almacenamiento de diversos productos lácteos, han demostrado que el microorganismo es capaz de sobrevivir durante los procesos de manufactura y maduración y/o fermentación y en algunos casos también durante el almacenamiento (2,4-6). Por otro lado, varios autores incluyendo a Schaack y Marth (7) y Carminati et al. (8) han demostrado que los cultivos lácteos tienen propiedades antagónicas contra *L. monocytogenes*. Dada esta divergencia de criterio, se pretende en este estudio evaluar el efecto de los cultivos probióticos sobre el comportamiento de *L. monocytogenes* durante la elaboración y almacenamiento de yogur.

## MATERIAL Y METODOS

### Localización del proyecto

El Proyecto se llevó a cabo en el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), Facultad de Agronomía y en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos, Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica.

### Materias primas

#### Leche y grasa láctea

Se utilizó leche descremada y ultrapasteurizada (U.H.T), con 8.4% de sólidos no grasos y 0.12% de grasa. Para ajustar la cantidad de grasa, se utilizó grasa láctea al 30%.

#### Leche en polvo

Para el ajuste de sólidos se utilizó leche íntegra en polvo, con un contenido de sólidos no grasos del 69% y un 26% de grasa.

### Cultivos

Se utilizaron cultivos lácteos liofilizados de la marca Christian Hansen (CHR. HANSEN®).

Estos cultivos son de inoculación directa en el proceso (DVS, Direct Vat Set). Se pesaron cantidades exactas de cultivo necesarias para 4 kg. de producto final, utilizando el cultivo en un 0.02%, y se almacenaron en ampollas de vidrio estériles selladas a -60°C, durante el desarrollo del proyecto (1 mes). Lo anterior se realizó con el fin de asegurar la actividad y disminuir al máximo la variación de microorganismos durante el tiempo.

El cultivo probiótico utilizado fue ABY-1, el cual corresponde a una mezcla de *Bifidobacterium longum*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Como cultivo tradicional iniciador se utilizó el YC 180, el cual contiene una mezcla de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

### Formulación y definición del proceso

#### Formulación

La formulación del producto se hizo con base a la composición del yogur comercial en cuanto a grasa y sólidos lácteos no grasos (SLNG), determinada por Carvajal (9), la cual corresponde a un 10.6% de SLNG, 3% de grasa y 0.3% de gelatina.

#### Definición del proceso

Se siguió el procedimiento descrito por Henderson (10), con la única modificación de que la leche utilizada fue descremada.

### Inoculación del yogur con *L. monocytogenes*

Se utilizó una cepa de *L. monocytogenes*, ATCC 7644, obtenida en forma liofilizada. Se reconstituyó en caldo tripticasa de soya con levadura incubando a 37°C durante 24h.

La mezcla para yogur se inoculó con una cantidad conocida de *L. monocytogenes* en concentraciones de 10<sup>2</sup>, 10<sup>4</sup>, 10<sup>6</sup> UFC/ml. Las concentraciones del patógeno se establecieron según las dosis mínimas y máxima reportadas en alimentos por Farber & Peterkin, 1991 (11).

La concentración de *L. monocytogenes* se verificó con el método para determinación de *Listeria* descrito por FDA, 1995 (12).

Inoculada la mezcla para yogur, se incubó a 43°C hasta que el pH descendió a 4,8 aproximadamente. En este punto el matraz de fermentación se colocó en hielo hasta llevarlo a la temperatura de refrigeración y fue almacenado a 4°C.

Un control de fermentación, en el cual *Listeria monocytogenes* no se agregó a la mezcla para yogur con cultivo láctico iniciador, se evaluó para determinar si este microorganismo ejerce alguna influencia en el proceso de fermentación (13).

### Recuento de *L. monocytogenes*

Las muestras para enumeración de *L. monocytogenes* se tomaron de las preparaciones después de la inoculación, y cada hora hasta terminar la fermentación, una vez que el pH llegó a 4.8 aproximadamente. A partir de este momento el recuento se hizo cada 3 días hasta completar el periodo de 21 días de vida útil sugerido por el proveedor de los cultivos.

El recuento se realizó tomando una alícuota de 25 ml del matraz de fermentación y se colocó en 225 ml de agua peptonada estéril (APE) (10<sup>-1</sup>). A partir de esta dilución se hicieron diluciones consecutivas decimales que se inocularon en agar Oxford, según el procedimiento para determinación de *Listeria* descrito por la FDA, 1995 (12).

### Recuento de *Bifidobacterium* y bacterias ácido lácticas (BAL)

El recuento de bifidobacterias así como el de BAL, se realizó en los mismos tiempos descritos para *L. monocytogenes*.

Para el recuento de bifidobacterias, se utilizó un medio de agar MRS (pH 4,8) (OXOID CM 361), al cual se le agregó una solución de antibióticos: NNL (ácido nalidíxico, sulfato de neomicina y cloruro de litio) en un 5%, la cual inhibe al *L. acidophilus*. Los recuentos se realizaron a partir de diluciones decimales hasta 10<sup>-8</sup>, por duplicado y utilizando la técnica de vaciado. La incubación se realizó en anaerobiosis, a una temperatura de 37°C, durante 3 días. Transcurrido este tiempo, se hizo el recuento de las colonias típicas.

Para el conteo de BAL se siguió el procedimiento descrito anteriormente, eliminando la adición de la solución NNL e incubando en aerobiosis.

### Determinación del pH

Se midió el pH a las muestras de cada preparación de yogur a partir de la inoculación y durante los intervalos descritos para el recuento de bacterias.

Este se midió usando un pHímetro marca Werkstätten, modelo 8120 weilhein, según el método descrito por Bodnaruk (12).

### Diseño experimental estadístico

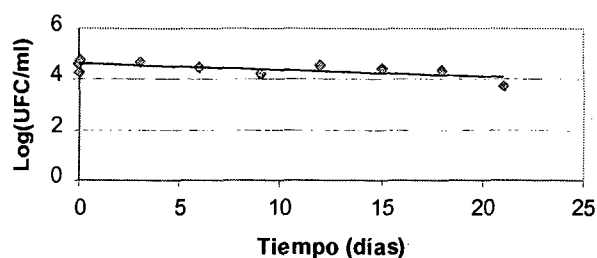
Se utilizó un modelo irrestricto aleatorio con el cual se compararon las tendencias de *Bifidobacterium*, BAL y *Listeria monocytogenes*, en el yogur con probióticos y el yogur elaborado con cultivos iniciadores tradicionales, en el tiempo. Se realizaron tres corridas, lo cual produce tres repeticiones en cada dato generado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las Figuras 1 y 2 muestran el comportamiento en el tiempo de *L. monocytogenes*, las bacterias ácido lácticas y bifidobacterias en la mezcla de yogur. La población de *L. monocytogenes* se mantuvo constante durante la fermentación (0-3h) así como durante el almacenamiento a 5°C; mientras que las cepas de BAL y Bifidobacterias mostraron un comportamiento normal en yogur.

FIGURA 1

Comportamiento de un inóculo inicial aproximado de 10<sup>4</sup> UFC/mL de *Listeria monocytogenes* (log UFC/mL) durante la fermentación y almacenamiento de yogur elaborado con ABY-1



En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis de varianza para el recuento de *L. monocytogenes*. Como se observa, el único efecto simple significativo correspondió al nivel de inóculo colocado en la mezcla para yogur (p= 0.000). Esto implica que los promedios de *L. monocytogenes* para cada uno de los niveles ensayados son significativamente diferentes entre sí, tal y como fue diseñado el estudio.

FIGURA 2

Comportamiento de BAL y Bifidobacterias durante el almacenamiento de la mezcla de yogur inoculada con  $10^4$  UFC *L. monocytogenes*

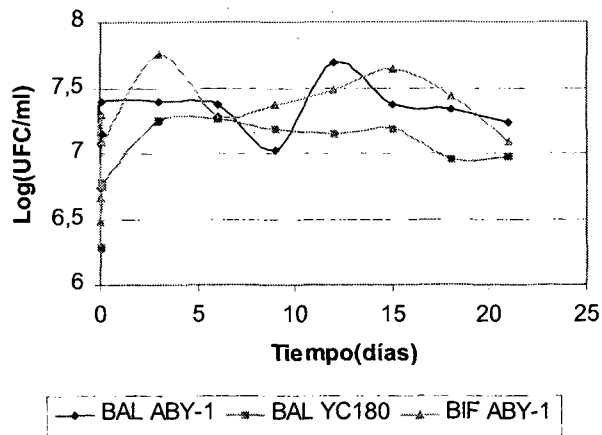


TABLA 1

Resultados del análisis de varianza para recuento de *Listeria monocytogenes*. Probabilidades asociadas al valor de la distribución F en los efectos simples e interacciones

Efecto	Probabilidad (p)
Cultivo	0.684
Tiempo	0.448
Nivel de inóculo	0.000 <sup>1</sup>
Cultivo*tiempo	0.367
Cultivo*nivel del inóculo	0.921
Tiempo*nivel del inóculo	0.491
Cultivo*tiempo*nivel del inóculo	0.342

<sup>1</sup> = Único efecto significativo a un nivel de significancia del 0.1%.

Por otro lado, no hubo un efecto simple significativo para el tipo de cultivo (ABY1 y YC180) ( $p=0.684$ ) sobre la cantidad de *L. monocytogenes* presente en el yogur durante el periodo de fermentación y almacenamiento del mismo. Se esperaba que el cultivo ABY-1 tuviera un efecto considerable sobre *L. monocytogenes*, dada la presencia de bifidobacterias y de las bacterias de cultivos tradicionales (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus lactis*), sin embargo esto no sucedió. Por lo anterior, con estas observaciones se demuestra que la presencia de bifidobacterias no representa un efecto adicional sobre *L. monocytogenes*, al que ya ejercen las bacterias de los cultivos tradicionales.

En estudios similares realizados con *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454, Yildirim & Johnson, 1998 (14)

demonstraron que la bifidocina B producida por *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454 actúa contra algunos patógenos de alimentos entre los que se cita *Listeria* sp. La bacteriocina altamente purificada producida por esta bacteria (bifidocina B), fue absorbida en un 95% por *L. monocytogenes*, sin embargo, esto depende de la pureza de la bacteriocina y de la cantidad a la que es expuesto el patógeno. Bajo las condiciones experimentales de este estudio, a pesar de que el cultivo iniciador ABY-1 contiene en su fórmula *B. bifidum*, se demostró que no representó un efecto bactericida sobre el patógeno. Esto puede deberse a que la cepa de *B. bifidum* no corresponda a la cepa NCFB 1454 y por tanto no produjo bifidocina B, o bien a que la cantidad y pureza de bifidocina B producida no fue suficiente para que el efecto sobre *L. monocytogenes* fuera notorio.

Diversos estudios científicos proponen que, debido a la acción del cultivo iniciador, en todo momento los productos lácteos fermentados se encuentran libres de patógenos, especialmente de *L. monocytogenes* (15). Los resultados obtenidos demuestran que, de haber una contaminación con esta bacteria en productos fermentados, ésta no necesariamente va a ser inactivada por el cultivo iniciador, coincidiendo con los datos reportados por Zúñiga, 1995 (2) y Shaack y Marth, 1998 (7), donde la sobrevivencia de *L. monocytogenes* en yogur es una función de la temperatura de incubación, del inóculo de bacterias lácticas y de la concentración de la cepa patógena.

Como se muestra en el cuadro 1 el efecto de la variable tiempo sobre la *L. monocytogenes* no fue significativo ( $p=0.448$ ). Esto quiere decir que los promedios de *Listeria monocytogenes* para cada uno de los tiempos no difieren significativamente. Por lo tanto, se puede afirmar que para este caso en particular, ambos cultivos mostraron un efecto bacteriostático sobre el desarrollo del patógeno.

El comportamiento mostrado por *L. monocytogenes* puede deberse principalmente a dos factores: a) el efecto inhibitorio del pH y b) el fenómeno de respuesta ácido tolerante (ATR). La acidez del medio es considerada como un factor importante para controlar el crecimiento de patógenos, pues muchos se ven inhibidos a pH bajos. Estudios efectuados con *L. monocytogenes* revelan que ésta puede crecer en un ámbito de pH entre 5.0 y 9.6, siendo su pH óptimo de crecimiento alrededor de 7.0, aunque le favorece una ligera alcalinidad (16). Por su parte, Brackett (17) establece que el ámbito de pH en el cual *L. monocytogenes* puede crecer es de 5.6 a 9.8. Es importante destacar que Sorrels et al. (18) reportaron que la bacteria puede crecer a pH 4.4, un valor considerablemente inferior de lo anteriormente reportado. De la misma manera, Doyle (19) encontró que puede crecer a pH 5.0 y Pertran & Zottola (20) también observaron crecimiento a pH 5.0 a una temperatura de 30°C, determinando además que un pH de 4.2 inhibe su crecimiento.

Además del efecto inhibitorio de la acidez sobre *Listeria monocytogenes*, existen otros factores involucrados en esta inhibición, por parte de bacterias lácticas durante la fermentación y almacenamiento del yogur. La acción bactericida global se debe también al efecto combinado de factores como: la formación de ácidos orgánicos (láctico y acético), producción de peróxido de hidrógeno, reducción del potencial de oxido-reducción y producción de sustancias antimicrobianas (1,15,21).

La sobrevivencia de la *Listeria monocytogenes* exhibida en esta investigación, podría atribuirse también a una adaptación de la bacteria a las condiciones ácidas, mediante un fenómeno conocido como respuesta ácido tolerante (ATR). Gahan et al. (22), examinaron el efecto de ATR en la supervivencia de *L. monocytogenes* durante la fermentación de leche con *S. thermophilus*. Se agregaron cultivos de *L. monocytogenes* (ácido-adaptada y no adaptada) durante la fermentación. Como consecuencia, la supervivencia del patógeno ácido-adaptado fue superior en comparación con los cultivos no adaptados, logrando sobrevivir a un pH de 3.87. Esto demuestra que la sobrevivencia de *L. monocytogenes* durante la fermentación de leche mediante bacterias ácido lácticas, fue aumentada considerablemente mediante la adaptación ácida previa a la inoculación. Esta adaptación se puede producir durante la fermentación (22).

Debe reconocerse *L. monocytogenes* como un importante patógeno en alimentos, y tomarse medidas efectivas para minimizar su contaminación. El patógeno tiene la habilidad de soportar una gran variedad de condiciones ambientales adversas como temperaturas de refrigeración, concentraciones de sal de hasta un 10%, y niveles de pH inferiores a 5.0 (23).

Investigaciones previas hechas en Costa Rica ponen al descubierto la presencia *L. monocytogenes* en plantas productoras de productos lácteos. Tal es el caso de Oreamuno (24), quien determinó la presencia de esta bacteria en plantas productoras de queso Turrialba. Así mismo, demostró que la leche cruda es la principal fuente de contaminación por *Listeria sp.* durante la elaboración del producto. Por su parte, Monge et al. (25) revelaron la presencia de *L. monocytogenes* en 2% y 45% de muestras de helado y queso estudiadas.

Se demuestra en este trabajo que factores como el pH bajo y temperaturas de refrigeración, que generalmente son utilizados para prevenir el crecimiento de patógenos, no han sido suficientes para destruir a *L. monocytogenes* bajo las condiciones experimentales. Por tanto debe recalcarse que la prevención y buenas prácticas de manufactura, siguen siendo claves para evitar la contaminación de los productos elaborados.

Un cuidadoso manejo de la leche, uso de cultivos iniciadores activos y un adecuado manejo de los productos cultivados podría minimizar el riesgo de la presencia de patógenos en esta clase de alimentos.

## REFERENCIAS

1. Naidu A, Bidlack W & Clemens A. Probiotic spectra of Lactic Acid Bacteria (LAB). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1999;38(1):13-126.
2. Zúñiga A, López-Merino A & Mota de la Garza L. Sobrevivencia de *Listeria monocytogenes* en leche fermentada con un cultivo iniciador para elaborar yogur. *Rev Lat Microbiol*. 1995;37:257-265.
3. Hoover D. Bifidobacteria: activity and potential benefits. *Food Tech*. 1993;47(6):120-124.
4. Papageorgiou D & Marth E. Fate of *Listeria monocytogenes* during the manufacture, ripening and storage of feta cheese. *J. Food Prot*. 1989;52(2): 82-87.
5. Ryser E & Marth E. Behavior of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of cheddar cheese. *J Food Prot*. 1987a;50(1):7-13.
6. Ryser E & Marth E. Fate of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of camembert cheese. *J Food Prot*. 1987b ;50(5):372-378.
7. Shaack M & Marth E. Behavior of *Listeria monocytogenes* in skim milk during fermentation with mesophilic lactic starter cultures. *J Food Prot*. 1988;51(8):600-606.
8. Carminati D, Giraffa G & Bossi M. Bacteriocin-like inhibitors of *Streptococcus lactis* against *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot*. 1989;52(9): 614-617.
9. Carvajal N. Estudio del efecto del uso de cultivos probióticos en la elaboración de un producto similar al yogur. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José, 1999.
10. Henderson M. Ficha técnica. Yogur natural batido. CITA. San José. Costa Rica, 1997.
11. Farber J & Peterkin P. *Listeria monocytogenes*, a food borne pathogen. *Microbiological Reviews*. 1991;55(3):476-511.
12. FDA. Bacteriological Analytical Manual. 8 ed. APHA. Washington, 1995.
13. Bodnaruk P. Survival of *Yersinia enterocolitica* during fermentation and storage of yogur. *J Food Science*. 1998;63(3):535-537.
14. Yildirim Z & Johnson M. Characterization and antimicrobial spectrum of bifidocin B, a bacteriocin produced by *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454. *J Food Prot*.1998;61(1):47-51.
15. Northold MD. Grow and inactivation of pathogenic microorganisms during the manufacture and storage of fermented dairy products. A review. *Netherland Milk Dairy Journal*. 1984;30:135-150.
16. Donnelly C & Briggs E. Psychrotrophic growth and thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* as a function of milk composition. *J Food Prot*. 1986;49(12):994-998.
17. Bracket R. Presence and persistence of *Listeria monocytogenes* in food and water. *Food Tech*. 1988;42(4):162-164.
18. Sorrells K, Enigl D & Hatfield J. Effect of pH, acidulant, time, and temperature on the growth and survival of *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot*. 1989;52(8):571-573.
19. Doyle M. Effect of environmental and processing conditions on *Listeria monocytogenes*. *Food Tech*. 1988;42(4):169-171.

20. Pertran R & Zottola E. A study of factors affecting growth and recovery of *Listeria monocytogenes* Scott A. J Food Science. 1989;54(2):458-460.
21. Hayes P. Isolation of *Listeria monocytogenes* from raw milk. Appl. Environ. Microbiol. 1986;51(2):438-439.
22. Gahan C, O'Driscoll B & Hill C. Acid adaptation of *Listeria monocytogenes* can enhance survival in acidic foods and during milk fermentation. Food Tech.1996; 62(9):3128-3132.
23. Ryser E, Marth E. & Doyle M. Survival of *Listeria monocytogenes* during manufacture and storage of cottage cheese. J Food Prot. 1985;48(9):746-750.
24. Oreamuno S. Presencia de *Listeria monocytogenes* y su relación con el nivel de coliformes fecales durante la manufactura de queso blanco en plantas de la zona de Santa Cruz de Turrialba. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. San José, 1994.
25. Monge R, Utzinger D & Arias ML. Incidence of *Listeria monocytogenes* in pasteurized ice cream and soft cheese in Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 1992;42 (1/2):327-328.

Recibido: 12-06-2001

Aceptado:14-06-2002

## Adaptabilidad de granos de híbridos de maíz super dulce sh2 al procesamiento industrial. II Enlatado

*Ligia Ortiz de Bertorelli, Frank De Venanzi, Braunnier Alfonso y Candelario Camacho*

Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela

**RESUMEN.** Con el fin de evaluar la adaptabilidad al procesamiento industrial como granos enteros enlatados, los híbridos de maíz super dulce *sh2*: Krispy king, Víctor y 324 y el híbrido de maíz dulce *su* Bonanza fueron sembrados en una parcela agrícola de San Joaquín, estado Carabobo, cosechados y enlatados. A los 110 días de almacenamiento, el producto enlatado de los maíces super dulces fue comparado física, química y sensorialmente con el maíz dulce, usado como patrón. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas, entre la mayoría de las características físicas, excepto en el porcentaje de granos partidos, cuyo valor fue más alto en el híbrido 324. Por el contrario, químicamente los granos enteros enlatados de los maíces super dulces difirieron de los del patrón a un nivel del 5%, presentando los maíces super dulces mayor contenido de azúcares totales y de sólidos solubles en la salmuera y menor pH. Además, la cantidad de sólidos solubles en el grano de los maíces super dulces fue menor que en el maíz dulce, a pesar de que no alcanzaron diferencias significativas en el Krispy king y en el 324. La apariencia, olor y la calificación final de los granos enteros enlatados fueron similares en los maíces super dulces y dulce, en cambio el color, sabor y dulzor fueron mejores en el híbrido 324, el cual fue preferido por el panel evaluador. Los híbridos super dulces demostraron ser aptos para el enlatado en granos enteros, presentando como ventaja no requerir adición de azúcar en el proceso y tener los granos una textura firme y crujiente.

**Palabras clave:** Maíz *sh2*, enlatado, características.

**SUMMARY. Super sweet corn adaptability for industrial canning process.** The super sweet corns Krispy king, Victor and 324 (*sh2* hybrids) were evaluated to determine their adaptabilities to the industrial canning process as whole kernels. All these hybrids and Bonanza (control) were sown in San Joaquín (Carabobo, Venezuela), harvested and canned. After 110 days storage at room temperature they were analyzed to be compared physically, chemically and sensorially with Bonanza hybrid. Results did not show significant differences among most of the physical characteristics, except for percentage of broken kernels which was higher in 324 hybrid. Chemical parameters showed significant differences ( $P<0,05$ ) comparing each super sweet hybrid with Bonanza. The super sweet hybrids presented a higher sugar content and soluble solid of the brine than Bonanza, also a lower pH. The super sweet whole kernel presented a lower soluble solids content than Bonanza but they were not significant (Krispy king and 324). Appearance, odor and overall quality were the same for super sweet hybrids and Bonanza (*su*). Color, flavor and sweetness were better for 324 than all the other hybrids. Super sweet hybrids presented a very good adaptation to the canning process, having as an advantage that doesn't require sugar addition in the brine and a very good texture (firm and crispy).

**Keys words:** Corn *sh2*, canning, characteristics.

### INTRODUCCION

El gen *sh2* causa acumulación de sacarosa y lípidos en el endospermo del grano de maíz, de forma que los maíces que lo presentan poseen cuatro a ocho veces más azúcares que el maíz normal y son conocidos como super dulces (1). Este maíz denominado Shrunken-2, presenta mayor contenido de azúcares en el grano maduro que el maíz dulce (1-4), siendo la sacarosa el azúcar predominante, la cual constituye entre 76,2% y 94,1% del azúcar total (2, 3,5,6). Los híbridos de maíz *sh2* pierden humedad muy lentamente (5), siendo su período de cosecha más largo porque pueden retener mayor cantidad de azúcar y humedad por más tiempo después de cosechados (4,5,6), estos maíces mantienen la frescura postcosecha, alargando el período de mercadeo y consumo

del maíz (7). Además, los maíces super dulces presentan rendimientos iguales o mejores al de los cultivares *su* (2) y son preferidos por los consumidores en las pruebas de sabor (6,8,9), razones por las cuales son muy cotizados en diversos países.

En Venezuela, el cultivo de maíz super dulce está siendo introducido con amplias expectativas y actualmente existe un gran interés en la industria por evaluar el comportamiento durante el procesamiento, por lo que se han realizado algunas investigaciones sobre la estabilidad durante el almacenamiento en refrigeración (10) y en congelación (11) de mazorcas de varios híbridos de maíz super dulce cultivables en el país, estudios que han demostrado que dichos maíces son aptos para el procesamiento industrial, ya que conservan sus características químicas, microbiológicas y sensoriales

por 28 días a 4°C y por 120 días a -18°C, por lo que el objetivo de este trabajo consistió en estudiar la adaptabilidad de tres híbridos de maíz del grupo genético *sh2* al enlatado de granos enteros, a fin de su introducción comercial como una nueva alternativa tanto para los productores agrícolas como para la industria, puesto que el uso de este maíz reduciría los costos de producción al disminuir o eliminar la adición de azúcar, necesaria con el uso de los maíces dulces, mejorando considerablemente la calidad del producto.

## MATERIALES Y METODOS

### Selección del material

Los híbridos de maíz super dulce, grupo genético *sh2*, seleccionados fueron Krispy king, Victor y 324 y del maíz dulce, grupo genético *su*, el híbrido Bonanza (XZ). Las semillas de los maíces super dulces fueron traídas de los EEUU, de las casas comerciales Asgrow, Ferry Morse y Rogers.

### Siembra, prácticas agronómicas y cosecha

La siembra se llevó a cabo en una parcela agrícola de San Joaquín, estado Carabobo, en un área de 1.250m<sup>2</sup>. De cada híbrido fueron sembradas 2 1/2 hileras separadas 0,7m entre sí con 5 plantas/m. La cosecha fue hecha en forma manual al culminar el ciclo del cultivo, entre los 76 a 80 días, estando el grano lechoso. El muestreo fue realizado al azar y las mazorcas trasladadas a una planta piloto para su procesamiento.

### Enlatado de los granos enteros

Para el enlatado de los granos enteros de maíz super dulce, se utilizó el esquema indicado en la Figura 1, el cual comprendió las siguientes etapas:

**Recepción:** El maíz en mazorcas fue recibido en cestas plásticas, transportadas por un camión que fue pesado en una romana.

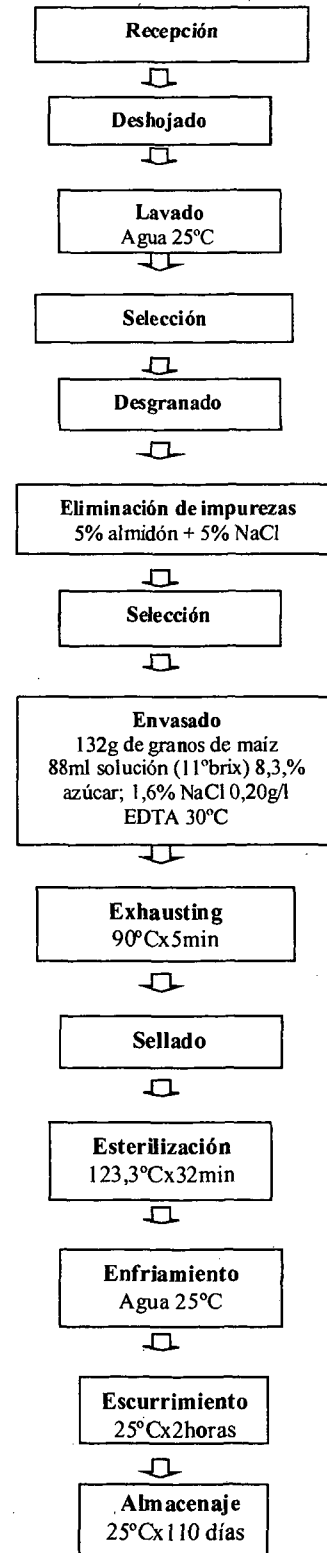
**Deshojado:** Se realizó mecánicamente, pasando las mazorcas por una mesa vibratoria y luego por un canal formado por dos rodillos que giran en sentido contrario y quitan las hojas y barbas.

**Lavado:** Las mazorcas peladas fueron transportadas por una banda metálica a un túnel con aspersores de agua a presión para remover las impurezas.

**Selección:** Se llevó a cabo en una mesa con bandas plásticas que giran en sentido contrario, siendo seleccionadas las mazorcas libres de ataques de hongos y enfermedades, de tamaño uniforme y desarrollo homogéneo.

**Desgranado:** Se realizó en una batería de cinco desgranadoras de alimentación manual. Las máquinas poseen unos dispositivos de cuchillas en las que se encajan las mazorcas y separan los granos.

FIGURA 1  
Esquema tecnológico del enlatado de granos enteros de maíz super dulce *sh2*





### Análisis estadísticos

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado, comparando los resultados de los tres híbridos de maíz super dulce con los del maíz dulce Bonanza (XZ) usado como testigo. A las variables físicas y químicas se les aplicó un análisis de varianza y la prueba de Dunnett. Aquellas variables físicas y químicas que no cumplieron con los supuestos básicos estadísticos, se analizaron por vía no paramétrica (Kruskal-Wallis). En la evaluación sensorial fue aplicado un análisis de varianza vía no paramétrica y la prueba de Friedman (17).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características físicas del producto enlatado

Los resultados de los análisis físicos (Tabla 1) indican que a los 110 días de almacenamiento, el vacío de las latas y el peso escurrido del producto enlatado de los maíces super dulces no mostraron diferencias con respecto al del maíz dulce patrón XZ (*su*), revelando que el producto cumplió con las especificaciones de la industria (18) que establecen un rango entre 5-15 pulg de vacío y un mínimo del 60% de peso escurrido como requisitos para mantener buena calidad en el producto enlatado. Así mismo, el espacio de cabeza de la lata y el porcentaje de granos partidos no difirieron del testigo, con excepción de los híbridos Víctor cuyo espacio de cabeza fue superior (0,5000pulg.) y el 324 que mostró mayor porcentaje de granos partidos (15,62%). En el proceso, la mayor ruptura de los granos se produce en la máquina desgranadora, dependiendo del tamaño de las mazorcas y de las características de los granos.

TABLA 1

Características físicas del producto enlatado de maíces dulce y super dulces a los 110 días de almacenamiento

Híbridos	Vacío (mmHg)	Espacio de cabeza (pulg)	Peso escurrido %	Granos partidos %
XZ ( <i>su</i> )	5,4	0,3312	62,30	9,39
Krispy king ( <i>sh2</i> )	4,8 ns	0,2625 ns	60,84 ns	9,31 ns
Víctor ( <i>sh2</i> )	9,6 ns	0,5000 *	59,17 ns	12,63 ns
324 ( <i>sh2</i> )	4,2 ns	0,3438 ns	59,35 ns	15,62*

\* = indica efectos significativos ( $P < 0.05$ ) con respecto al testigo XZ (*su*).

ns = indica diferencia no significativa ( $P < 0.05$ ) con respecto al testigo XZ (*su*).

### Características químicas

Los resultados de los análisis químicos de los granos enlatados a los 110 días de almacenamiento revelaron

diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los maíces super dulces y el dulce (Tabla 2). En la salmuera, el contenido de sólidos solubles fue mayor en el maíz super dulce 324 (11,81°Brix) y en el Krispy king (11,90°Brix) que en el dulce (9,82°Brix). Según la industria (18), los grados Brix de la salmuera del producto enlatado deben estar entre 10,5-11,5°Brix, lo cual indica que en el enlatado de los granos de maíz *sh2* se puede disminuir la adición del azúcar a la salmuera, reduciendo los costos. En cambio en el grano, el maíz super dulce presentó menor cantidad de estos compuestos (12,46-14,21°Brix) que el maíz *su* (26,55°Brix), resultados similares a los obtenidos por Zhu *et al.* (3), quienes atribuyen la mayor cantidad de sólidos solubles del maíz dulce al alto contenido de polisacáridos solubles en agua, tales como el fitoglicógeno, que poseen estos maíces. Collins y Taylor (19) señalan que el consumidor prefiere el maíz dulce con menos de 26,5°Brix y que su aceptación disminuye cuando este valor aumenta a 35,9°Brix, ya que la textura se hace más rígida, estando los resultados de los maíces con el gen *sh2* por debajo del límite de rechazo. Durante el almacenamiento, los sólidos solubles de la salmuera aumentaron y los de los granos disminuyeron. En los productos enlatados puede ocurrir un equilibrio entre los componentes del grano y la salmuera, debido a que en el cortado de los granos se rompen los tejidos, quedando en exposición parte de sus constituyentes.

El pH en el producto enlatado disminuyó, oscilando entre 6,22 y 6,30, valores ubicados dentro del rango de 6-6,4 señalado por el US Department Health, Education and Welfare (20) como normales para algunos alimentos enlatados de baja acidez. Los azúcares también presentaron una disminución en el proceso de enlatado, la cual pudo ocurrir en las etapas de cortado, esterilización y almacenamiento (21). A pesar de la reducción de los azúcares durante el procesamiento, el contenido de los maíces *sh2* sigue siendo superior al del maíz *su*, presentando los maíces super dulces entre 29,36% (Víctor) y 33,68% (Krispy king) de azúcares totales y entre 2,35% (324) y 2,68% (Krispy king) de azúcares reductores, mientras que en el maíz dulce XZ los valores fueron menores (20,49% azúcares totales y <2,35% azúcares reductores). El mayor contenido de azúcares totales de los maíces con el gen *sh2*, es debido a que estos maíces carecen de la enzima ADP glucosa fosforilasa que sintetiza al almidón, la cual está presente en los maíces *su* (2,3). La preferencia de los consumidores, en las evaluaciones del sabor, está relacionada con el contenido de azúcar en los granos (9), pudiendo los maíces super dulces ser enlatados sin añadir azúcar en el procesamiento, con ahorro en los costos de producción.

TABLA 2  
Características químicas de los granos enlatados de maíces dulce y super dulces a los 110 días de almacenamiento

Variables	XZ (su) 110 días	Híbridos		Víctor (sh2)		324 (sh2)	
		Krispy king (sh2) 0 día	110días	0 día	110días	0 día	110días
S. solubles de la salmuera. ° Brix	9,82	11,00	11,90	11,00	10,31	11,00	11,81
S solubles del grano. °Brix	26,55	18,63	14,21 ns	18,40	12,46*	18,57	14,20 ns
pH	6,30	6,42	6,22*	6,56	6,25*	6,59	6,30 ns
Azúcares totales % bs	20,49	44,06	36,68*	39,42	29,36*	40,35	33,61*
Azúcares reductores % bs	< 2,35	13,00	2,68	10,26	2,40	9,76	2,35

\* = indica efectos significativos (P<0.05) con respecto al testigo XZ (su).

ns = indica diferencia no significativa (P<0.05) con respecto al testigo XZ (su).

bs = base seca.

#### Evaluación sensorial de los granos enlatados de maíces dulce y super dulces

La apariencia, olor y la calificación final de los granos de los maíces super dulces no difirieron estadísticamente del testigo (Tabla 3), en cambio el color, sabor y dulzor fueron distintos en el híbrido super dulce 324 y la textura en el Víctor. Los valores de la apariencia oscilaron entre 2,80 y 3,10, que según la escala usada correspondieron a granos uniformes y brillantes. El olor fue evaluado entre un leve olor a un buen olor a maíz, siendo ubicando entre 2,40 y 3,00. La calificación final asignada al híbrido 324 fue 7,70, la cual según la escala correspondió a “me gusta”, seguido del XZ (su) con una puntuación de 6,10 “me gusta muy poco”, mientras que los híbridos Krispy king (5,60) y Víctor (5,10) tuvieron una calificación menor, equivalente a “me es indiferente”, siendo los menos aceptados por el panel.

A la textura de los híbridos super dulces le fue asignada una puntuación de 3,00 (Krispy king) a 3,40 (Víctor), firme y crujiente, que no difirió a un nivel de significación del 5% de la del testigo, con excepción de la del híbrido Víctor que tiende a tener una textura entre firme y crujiente a poco fibrosa con un valor de 3,4. A pesar de que no hubo diferencias significativas entre dos de los híbridos super dulces y el dulce, se puede observar que todos los maíces sh2 mostraron una textura firme y crujiente, mientras que el patrón (su) mostró una textura calificada como blanda (2,10). La textura del grano es relacionada con el contenido de polisacáridos solubles en agua (4,5), el cual es muy alto en los híbridos su y les imparte una textura cremosa (5), en tanto que es excepcionalmente bajo en los cultivares con altos porcentajes de azúcares (4), que tienen mayor firmeza del endospermo

que los del su (5). Además, Garwood *et al.* (6) observaron que los granos enlatados del maíz sh2 eran preferidos a los del maíz su por el panel evaluador, en cuanto a la textura y el sabor, siendo calificados como productos de alta calidad con grado A en la escala del U.S. Department of Agriculture (USDA).

TABLA 3  
Evaluación sensorial de los granos enteros enlatados de maíces dulce y super dulces a los 110 días de almacenamiento

Variable	XZ (su)	Híbridos		
		Krispy king (sh2)	Víctor (sh2)	324 (sh2)
Apariencia	2,80	2,90 ns	3,10 ns	3,00 ns
Color	2,60	3,00 ns	1,60 ns	3,90*
Olor	2,40	3,00 ns	2,90 ns	2,80 ns
Sabor	2,30	2,40 ns	2,90 ns	3,60*
Textura	2,10	3,00 ns	3,40*	3,30 ns
Dulzor	2,20	3,30*	2,50 ns	3,80*
Calificación final	6,10	5,60 ns	5,10 ns	7,70 ns
Preferencia	2,50	2,60	3,30	1,60

\* = indica efectos significativos (P<0.05) con respecto al testigo XZ (su).

ns = indica diferencia no significativa (P<0.05) con respecto al testigo XZ (su).

Los valores reportados para el color de los granos de los híbridos de maíz fueron de 3,9 (amarillo intenso) para el híbrido 324, en tanto que para el Krispy king y el patrón

fueron de 3,0 y 2,6 respectivamente, que atañen a un amarillo característico de maíz y para el Víctor fue de 1,6 que correspondió a un amarillo claro. El sabor de los híbridos Krispy king y Víctor fue catalogado como un leve sabor a maíz (2,40) y un buen equilibrio de sabor (2,90) respectivamente y el del 324 con un acentuado sabor a maíz (3,60) distinto al del patrón, cuyo valor 2,30 correspondió a un leve sabor a maíz. Varios investigadores (6,8,9) han detectado preferencia de los evaluadores por el maíz *sh2* en pruebas de sabor. Al dulzor de los maíces super dulces le fueron asignados valores entre 2,50 y 3,80 que según la escala se refieren a granos dulces a muy dulces, mientras que el patrón *su* fue evaluado con 2,20 que corresponde a granos levemente dulces, demostrando que en los híbridos *sh2* el contenido de azúcar es superior. Resultados similares fueron obtenidos por Zhu *et al.* (3) y Evensen y Boyer (9), quienes relacionaron la sensación de dulzor con un mayor contenido de azúcares en el grano, principalmente con sacarosa, azúcar predominante en el maíz super dulce (2,3,5,6), con la cual presenta una alta correlación (3,9). Las muestras fueron clasificadas según el grado de preferencia en el siguiente orden: 324, XZ (*su*), Krispy king y Víctor.

En conclusión, los híbridos de maíz super dulce demostraron ser aptos para el enlatado en granos enteros, presentando como ventajas sobre el maíz dulce: no requerir adición de azúcar en el proceso por su alto contenido de este componente y tener los granos una textura firme y crujiente. Entre los maíces super dulces se destacó el híbrido 324, el cual mostró las mejores características sensoriales en color, sabor y dulzor, siendo preferido por el panel evaluador.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la empresa de alimentos Del monte Andina el financiamiento de esta investigación.

### REFERENCIAS

1. Creech RG. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. *Genetics*. 1965;52:1175-1186.
2. Wong AD, Juvik JA, Breeden DC y Swiader J. M. Shrunken 2 sweet corn yield and the chemical components of quality. *J Amer Soc Hort Sci*. 1994;119(4):747-755.
3. Zhu S, Mount JR y Collins JL. Sugar and soluble solids changes in refrigerated sweet corn (*Zea mays* L.). *J Food Sci*. 1992;57(2):454-457.
4. Wann EV, Brown GB y Hills WA. Genetic modifications of sweet corn quality. *J Amer Soc Hort Sci*. 1971;96:441-444.
5. Azanza F, Bar-zur A y Juvik JA. Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. *Euphytica*. 1996;87:7-18.
6. Garwood DL, Mc Ardle FJ, Vanderslice SF y Shannon JC. Postharvest carbohydrate transformations and processed quality of high sugar maize genotypes. *J Amer Soc Hort Sci*. 1976;101(4):400-404.
7. Aung LH, Fouse DC y Harris CM. Effect of postharvest desiccation at high temperature on soluble sugar changes of two supersweet sweet corn cultivars. *J Horticult Sci*. 1992;67(6):745-750.
8. Sholwater RK y Miller LW. Consumer preference for high-sugar sweet corn varieties. *Proc Fla State Hort Soc*. 1962;75:278-280.
9. Evensen KB y Boyer CD. Carbohydrate composition of sensory quality of fresh and stored sweet corn. *J Amer Soc Hort Sci*. 1986;111(5):734-738.
10. Camacho C, Alfonso B, Ortiz de Bertorelli L y De Venanzi F. Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz super dulce. *Arch Latinoamer Nutr*. 2001;51(2):180-186.
11. Alfonso B, Camacho C, Ortiz de Bertorelli L y De Venanzi F. Adaptabilidad de mazorcas de híbridos de maíz super dulce al procesamiento industrial. I Congelación. *Arch Latinoamer Nutr*. 2002;52 (3): en prensa.
12. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°1341. Determinación del peso neto. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1978. 2p.
13. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°1412. Determinación del peso escurrido. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1979. 4p.
14. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°1117 Determinación del vacío. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1977. 4p.
15. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Official methods of analysis. 16<sup>th</sup> Edition. Gaithersburg, Maryland, USA. Cap. 27. 39p. 1997
16. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°924. Determinación de sólidos solubles en frutas y productos derivados. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1988. 21p.
17. Steel R y Torrie J. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2<sup>a</sup> ed. Editorial Mc Graw Hill Latinoamericana. S.A. México. 1985. 622p.
18. Del Monte Andina C.A. Compañía Venezolana de Conservas. C.A. Manual de procesos para elaborar maíz dulce desgranado enlatado y maíz en mazorcas congeladas. 1998. 49p.
19. Collins JL y Taylor JC. Relationships between soluble solids level of raw sweet corn and sensory evaluation of deep fried corn-on-the cob. *J Food Sci*. 1976;41:1239-1240.
20. U.S. Department of Health, Education and Welfare. pH range. Food Drug Adm. Washington, D.C. Bacteriological Analytical Manual. 2<sup>nd</sup> ed. Sect 42-03. 1969.
21. Cartaya L, Ortiz de Bertorelli L y Bejarano A. Determinación del punto óptimo de cosecha de las variedades de maíz dulce Pajimaca y Riqueza para su enlatado como maíz tierno. *Agronomía Tropical*. 1991;41(3-4):153-168.

Recibido: 31-07-2001

Aceptado: 10-06-2002

## Uso de fibra dietética de nopal en la formulación de un polvo para flan

Carmen Sáenz, Elena Sepúlveda, Nelly Pak, Ximena Vallejos

Facultad de Ciencias Agronómica, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile

**RESUMEN.** El desarrollo de diversos tipos de alimentos de bajo contenido energético y con alto contenido en fibra dietética ha ocupado en los últimos años un lugar preponderante en la industria alimentaria, debido al creciente interés de los consumidores por una dieta sana y nutritiva. Los alimentos listos para preparar, son atractivos por el ahorro de tiempo que significan, si a esto se suma un adecuado valor nutritivo, el atractivo es mayor. Por esta razón, se estudiaron en este trabajo, distintas formulaciones de un polvo para preparar un postre (flan), con diferentes porcentajes de incorporación de harina de nopal, como fuente de fibra dietética (16%, 18% y 20%). Se ensayaron dos sabores (melón-tuna y plátano). Se observó que el flan sabor a plátano con 16% de harina de nopal, era el que reunía las mejores características sensoriales. Mayores porcentajes de harina de nopal afectaron desfavorablemente algunas características sensoriales, principalmente sabor, color y textura. Los análisis mostraron que el polvo para flan presentó 5,7% de humedad, baja actividad de agua (0,48) y por tanto un bajo recuento total de microorganismos. El contenido de proteína fue alto (27,2%), el extracto etéreo bajo (2,0%) al igual que el aporte energético (40 Kcal/porción). El flan mostró un 9,8% de fibra dietética total, siendo mayor el aporte de fibra soluble (6,1%) que de insoluble (3,7%).

**Palabras clave;** Tuna, *Opuntia ficus indica*, fibra dietética, alimento dietético, formulación de postres.

**SUMMARY.** Use of nopal dietary fiber in a powder dessert formulation. The development of diverse types of foods of low caloric value and with high content in dietary fiber have occupied a preponderant place in the food industry in the last years, due to the growing interest of the consumers for a healthy and nutritious diet. Pre-cooked or quick to prepare foods are attractive for the time they save; if to this you add their nutritious value, the attractiveness is even greater. For this reason, this study analyzes different formulations of a powder to prepare a dessert (flan), with different percentages of incorporation of nopal flour, as a source of dietary fiber (16%, 18%, 20%). Two flavors (melon and banana) were tried. It was observed that the flan flavored with banana and with 16% of nopal flour, reached better sensorial characteristics. Greater percentages of nopal flour negatively affected the sensorial characteristics, mainly flavor, color and texture. The analysis showed that the powder presented 5,7% of moisture, low water activity (0,48) and therefore a low total recount of microorganisms. The content of protein was high (27,2%), the ether extract low (2,0%) similar to the caloric contribution (40 Kcal/ portion). The flan showed a 9,8% of total dietary fiber, being greater the contribution of soluble fiber (6,1%) than that of insoluble fiber (3,7%). Due to these characteristics this formulation could be considered as a food that provides benefits for the human health.

**Key words:** Cactus pear, *Opuntia ficus indica*, dietary fiber, dietary food, dessert formulations.

### INTRODUCCION

Existe evidencia a nivel mundial de que, la carencia de fibra dietética en la dieta puede ser un factor causal de numerosas enfermedades denominadas "enfermedades de la civilización", como son los problemas cardiovasculares, diabetes, obesidad, diverticulitis, etc. (1-7).

Actualmente se dispone de numerosas fuentes vegetales de las cuales se obtiene fibra dietética y se han llevado a cabo estudios que indican que la harina de cladodio (penca) de nopal (*Opuntia ficus indica*) posee un alto contenido de fibra, por lo que puede ser una buena alternativa como fuente de fibra para el enriquecimiento de dietas deficitarias en este elemento (8-10).

No todos los alimentos poseen las condiciones apropiadas

para ser enriquecidos con fibra y el ideal es que los beneficios incorporados a los productos alimenticios sean accesibles a gran parte de la población. Los productos en polvo para elaborar jugos, jaleas, budines, flanes, etc., por tratarse de productos de rápida preparación, han encontrado gran aceptación por parte de los consumidores en diversos países y pueden constituir uno de aquellos grupos que se pueden enriquecer con elementos nutritivos valiosos, como lo es la fibra dietaria.

El objetivo de este trabajo fue formular un polvo para flan con adición de distintos porcentajes de harina de nopal como fuente de fibra dietética y determinar su valor nutritivo, composición química, calidad sensorial y algunas características físicas de interés industrial en el manejo de productos en polvo.

## MATERIALES Y METODO

Se tomó como referencia las formulaciones de polvos para flanes existentes en el mercado chileno y se ensayaron diversas proporciones de ingredientes. A fin de seleccionar la mejor formulación para el flan, se aplicaron seis tratamientos (Tabla 1), cuyas variables fueron los porcentajes de incorporación de harina de nopal (16%, 18% y 20%), el saborizante (plátano y melón-tuna), y el colorante (amarillo o verde), el resto de los ingredientes (leche descremada en polvo, carragenina láctea, goma guar, edulcorante no calórico, sal común y cloruro de potasio) se mantuvo sin cambios. La harina de nopal se obtuvo de acuerdo a lo señalado por Sepúlveda, Sáenz y Moreno (10).

TÁBLA 1

Formulación de los flanes en polvo, sabor a plátano y sabor a melón-tuna con incorporación de harina de nopal

Ingredientes (%)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Leche 0,5% materia grasa	74,0	72,0	70,0
Harina de nopal	16,0	18,0	20,0
Carragenina láctea	2,5	2,5	2,5
Goma guar	2,5	2,5	2,5
Saborizante /a	2,9	2,9	2,9
Edulcorante no energético	1,0	1,0	1,0
Sal	0,5	0,5	0,5
Cloruro de potasio	0,6	0,6	0,6
Colorante /b	0,17	0,17	0,17

/a Para flan sabor a plátano o sabor melón tuna según corresponda (Floramatic, S.A.)

/b Colorante # 2139-20 (Cramer S.A.) y Colorante verde manzana (Floramatic, S.A.)

T= tratamiento

### Análisis sensorial

A fin de seleccionar el mejor tratamiento de cada sabor, las muestras (flanes preparados) se sometieron por separado, a un análisis sensorial. Las pruebas aplicadas correspondieron a calidad y aceptabilidad. Para calidad se utilizó una Prueba de Clasificación con puntaje simple, con una Escala de 9 puntos y con 12 evaluadores entrenados que determinaron apariencia, color, sabor, aroma y textura con sus factores correspondientes (consistencia, amargor, dulzor y acidez) (11,12). Para aceptabilidad se empleó una Escala Hedónica de 9 puntos, con un panel de 24 jueces. Las tres muestras (flanes preparados) se presentaron en cada sesión en platos individuales, a temperatura ambiente (18 ± 2°C) y bajo iluminación constante. Se ofreció agua a cada panelista a fin de enjuagarse la boca entre cada evaluación. Los resultados de calidad y aceptabilidad se analizaron por ANDEVA y para

las diferencias significativas se aplicó la Prueba de Duncan (13).

### Determinaciones analíticas

Al producto en polvo seleccionado, se le determinó su composición mediante un análisis proximal (14) y se determinó también fibra dietética total, soluble e insoluble (15); hidratos de carbono totales, hidratos de carbono asimilables (16) y aporte energético, por cálculo utilizando los coeficientes recomendados por FAO (17). Además, se caracterizó en sus propiedades físicas de importancia industrial: actividad de agua (a<sub>w</sub>) mediante un medidor marca Lufft modelo 5803 (Alemania); granulometría, de acuerdo a la técnica señalada por la A.A.C.C.-(18); densidad aparente, de acuerdo a lo señalado por Larrauri, Borrotto, Perdomo y Tabares (16), para lo cual se pesaron 100g de material y se vertieron en una probeta de 250 mL sin provocar ningún movimiento. El resultado se expresó en g/mL; densidad de asentamiento (16), para lo cual la muestra anterior (densidad aparente) se sometió a agitación máxima, durante 15 minutos, utilizando un agitador marca "Atlab" (Philadelphia, USA); expresando el resultado en g/mL; tiempo de vaciado, según lo indicado por Larrauri, Borrotto, Perdomo y Tabares (16), se tomaron 100g de material y se vertieron en un embudo sin vástago, con diámetro de salida de 2,3 cm y se midió el tiempo en segundos que demora en deslizarse a través del mismo; velocidad de vaciado, de acuerdo a la fórmula indicada por Larrauri, Borrotto, Perdomo y Tabares (16):

Para velocidad de vaciado:

$$V = \frac{m}{0,785 d^2 t}$$

donde:

m: masa del material (100 g)

d: diámetro de salida del embudo (cm)

t : tiempo de vaciado (s)

y ángulo de reposo, para lo cual, el material se vierte en un embudo con iguales características a las señaladas anteriormente, colocado a una altura de 10 cm sobre una superficie plana. Se determinó el ángulo entre el cono formado por el material y la superficie, mediante la fórmula:

$$\alpha = \text{arc. tang } h/r$$

donde:

h: altura del cono (cm)

r: radio del cono (cm)

### Análisis microbiológico

A la formulación en polvo, se le realizó un recuento total de microorganismos aerobios viables, que permite verificar la calidad sanitaria global del alimento, informando las unidades formadoras de colonias (ufc), formas vegetativas y esporas de bacterias aerobias y anaerobias como también levaduras y algunos hongos (19) y una identificación de *Salmonella*. Para el recuento total se usó el medio Plate Count incubando a 37°C durante 48 horas. Para identificación de *Salmonella* se incubó el producto en un caldo preenriquecido durante 24 horas, luego se traspasó a un caldo nutritivo incubando 24 horas a 37°C, posteriormente se traspasó a dos medios, uno con Selenito y otro con Tetratiónato. Se incubó 24 horas más a 37°C para luego realizar pruebas bioquímicas de TSI (tri-sugar-iron), LIA (lisina-iron-agar) y de MIO (movilidad-indol-ornitina) (19, 20).

Posteriormente, al flan (120 g de formulación en polvo para un litro de agua y sometido a cocción por 1 min), se le realizaron las siguientes determinaciones: acidez titulable hasta pH 8,2 con NaOH 0.1N, utilizando un equipo Orion Research modelo 301 (USA), los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico (14); pH utilizando un equipo Orion Research modelo 301 (USA); actividad de agua ( $a_w$ ), con un equipo marca Lufft modelo 5803 (Alemania); color, con un fotocolorímetro Minolta CR-200b (Minolta, USA) determinándose los parámetros CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), la firmeza del gel ( $g/cm^2$ ), se cuantificó con el texturómetro de Voland (Volland Co., USA) modificado por Araya (\*), la modificación consistió en ampliar la superficie de contacto que posee el texturómetro adosándole al vástago una lamina metálica de 2,5 cm de diámetro.

Todas las determinaciones se efectuaron con tres repeticiones y se determinó la desviación standard.

### RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación de calidad sensorial realizada con el objeto de seleccionar la mejor formulación, indicó que la textura de los flanes se ve afectada significativamente por el grado de incorporación de harina de nopal, produciéndose una baja "firmeza de gel" al incorporar un 20% de harina de nopal. El sabor de los flanes, independiente del saborizante utilizado, se vio influido por el porcentaje de incorporación de harina de nopal, detectando los evaluadores un sabor "herbáceo" a medida que se aumenta la proporción de harina. En el flan con sabor a melón-tuna se detectó con mayor intensidad el sabor herbáceo, que en el flan con sabor a plátano,

posiblemente por la influencia de su color verde, siendo este asociado con un fruto inmaduro.

Respecto al dulzor de las formulaciones y aunque todas ellas llevaban incorporado igual porcentaje de edulcorante, los evaluadores encontraron diferencias significativas en el flan con sabor a plátano, siendo mejor calificada, y como más dulce, aquella con 16% de harina de nopal.

Para ambos sabores la formulación con 20% de harina de nopal, presentó la calificación más baja en aceptabilidad con un puntaje de 3,7, siendo rechazada por los evaluadores. Esto podría atribuirse a la acentuación de caracteres no deseados, como el de un aroma y sabor herbáceos, un dejo amargo y una textura deficiente. La formulación aceptada fue la de sabor a plátano con 16% de incorporación de harina de nopal, que se calificó por el panel con un puntaje de 5,5.

El producto en polvo seleccionado (16% de harina de nopal y sabor a plátano) presentó las características que figuran en la Tabla 2.

TABLA 2  
Actividad de agua y composición proximal del flan en polvo (g/100g)

Parámetro	Promedio $\pm$ D.S.
Actividad de agua ( $a_w$ )	0,48 $\pm$ 0,03
Humedad	5,72 $\pm$ 0,03
Proteína	27,2 $\pm$ 1,2
Extracto etéreo	2,0 $\pm$ 0,0
Cenizas	12,7 $\pm$ 0,8
Fibra	9,8 $\pm$ 0,9
Extracto no nitrogenado	42,6 $\pm$ 2,1

La  $a_w$  del polvo (0,48) es suficientemente baja como para inhibir prácticamente toda la actividad microbiana (21). Su valor se encuentra entre el de la harina de nopal (0,53) y el de la leche deshidratada (0,11) (21,22), siendo cercano al que presentan las hortalizas deshidratadas, los frutos secos y las pastas (0,5), que son en general, alimentos de alta estabilidad microbiológica (21).

El contenido de proteína determinado en el flan en polvo corresponde a 27,2%, valor muy superior a lo establecido en la Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos (17) que indica sólo trazas, y de lo señalado por Navarrete (23) para un budín comercial elaborado en Chile: 0,2% - 1,6%. Esto se atribuye a que el flan desarrollado tiene en su composición un alto porcentaje de leche, 74%, elevando así el contenido proteico.

El flan en polvo presentó en promedio 12,7% de cenizas, valor muy superior al 2% referido por Schmidt-Hebbel, Pennacchiotti, Masson y Mella (17) para productos similares. Este elevado valor puede deberse a la influencia de la harina de nopal, que de acuerdo a Sepúlveda et al. (10) contiene

(\*) Araya, E. Tec. Ind. Alim. Depto. de Agroindustria y Enología. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 2001. (Comunicación personal).

21% de cenizas y a lo que aporta la leche utilizada, que es 8% (17). Al respecto es interesante señalar que en la harina de nopal destacan el calcio y el potasio, siendo su aporte importante en la dieta (22). El contenido de calcio encontrado en harina de nopal (3,4 g/100 g), resulta ser bastante alto comparado con el de harina de trigo (0,082 g/100 g), y con el de harina de leguminosas (0,049 a 0,089 g/100 g) (17), e incluso al de leche descremada que contiene 1,2 g/100 g (17). Por lo tanto el flan sabor a plátano con 16% de incorporación de harina de nopal contribuye con un aporte importante de este nutrimento, estimándose en 150 mg por 100g de postre preparado.

El extracto etéreo fue de 2 g/100 g, por lo que el producto en análisis aporta 0,24 g de lípidos/porción (100 g de postre reconstituido) y puede considerarse como un producto con bajo aporte en grasa, característica deseada en algunos alimentos dietéticos, ya que contiene menos de 3 g de lípidos por porción (24). Sepúlveda, Sáenz y Moreno (10) señalan un 2,2% de extracto etéreo en harina de nopal, mientras que Pimienta (25) indica un 1,3%, lo que corresponde a 0,25 - 0,42 g de lípidos/porción de postre reconstituido. Se podría señalar que, tanto la harina de nopal como la leche, son la causa del contenido de lípidos en el producto formulado, influyendo más la primera de ellas, ya que la leche utilizada en la elaboración del flan es descremada, con aporte de 0,5 g de lípidos/100 g de leche.

De los datos presentados en la Tabla 3, se desprende que el contenido de hidratos de carbono totales, determinado por cálculo, fue de 52,4%. El extracto no nitrogenado en un flan no "diet", según la Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos es de 97,4% (17), esto se debe a que su formulación base está compuesta principalmente por azúcar.

TABLA 3  
Hidratos de carbono y energía del flan en polvo

Componente (g/100g)	Promedio ± D.S.
Hidratos de carbono totales	52,4± 1,9
Hidratos de carbono asimilables	42,6± 2,1
Fibra dietética total	9,8± 0,9
Fibra dietética soluble	6,1± 0,6
Fibra dietética insoluble	3,7± 0,3
Energía (kJ)	1.412,9
(kcal/100g)	336,4

El valor de hidratos de carbono asimilables fue de 42,6%, el que corresponde principalmente a la lactosa aportada por la leche descremada. El resultado del cálculo de energía corresponde a 336,4 Kcal/100 g (1412 kJ) de producto en polvo, por tanto una porción de postre reconstituido aporta 40,3 kcal, valor cercano al rotulado en los flanes "diet" del mercado chileno que es de 33,7/kcal. La Tabla de

Composición Química de Alimentos Chilenos (17), señala para flanes y budines no «diet» 390 kcal/100 g y 396 kcal/100 g respectivamente, valores mayores al obtenido en el flan formulado en esta investigación.

El flan en estudio puede rotularse como un alimento de bajo aporte energético, debido a que se encuentra dentro de los límites aceptados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (24), de no más de 40 kcal/porción de alimento.

Es importante destacar que en el cálculo de energía tienen una participación significativa tanto las proteínas como los hidratos de carbono totales, dados sus altos porcentajes con respecto al de los lípidos.

Con relación al contenido de fibra dietética total, el polvo presenta un 9,8% del cual un 6,1% corresponde a fibra dietética soluble (FDS) y un 3,7% a fibra dietética insoluble (FDI). La relación fibra insoluble/fibra soluble fue de 1:2. Esta relación difiere de las recomendaciones nutricionales señaladas por Pak (26) de 3:1. La harina de nopal tiene un 43% de fibra dietética total, con una relación FDI/FDS de 2:1 (7). Rosado y Díaz (27) indican para nopal deshidratado un contenido de fibra dietética total de 50,4% con una relación fibra insoluble - fibra soluble de 2:1; mientras que en un aislado de nopal la fibra dietética total es de 56,7% y la relación de fibra insoluble - fibra soluble es de 9:1. Esta diferencia entre el flan en estudio y los trabajos ya enunciados, se puede atribuir a que el aporte de fibra dietética está influenciado por el origen de la harina de nopal, la carragenina y la goma guar, estos últimos, obtenidos de algas y semillas de leguminosas respectivamente (28,29). El contenido de fibra dietética en algas cocidas (30) se encuentra entre 58,2% a 75,6%, del cual 37,9% a 52,4% corresponde a fibra dietética soluble (FDS), por lo que constituyen una excelente fuente de este elemento, lo que podría explicar el alto contenido de fibra soluble en el flan en polvo.

Una porción de 100 g de postre reconstituido aporta 1,2 g de fibra dietética. Por lo que, como era de esperar, al compararlo con otros flanes posee un mayor contenido de fibra; así por ejemplo, la Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos indica, para estos productos, ausencia de fibra cruda (17) y Vera (31) determinó la inexistencia de fibra cruda para un postre tipo budín y 0,2 - 0,3 g/100 g de postre reconstituido tipo "mousse". Cabe considerar que el análisis de fibra cruda proporciona un dato subvalorado de fibra dietética.

En la Tabla 4 se observan algunas características de interés industrial del polvo. Hay que tener en cuenta que el resultado homogéneo en la mezcla de polvos, es un factor importante de calidad, que depende en gran medida de las características individuales de los ingredientes de la mezcla. La densidad aparente, el tiempo de vaciado y la velocidad de vaciado proporcionan información en cuanto a la fluidez del producto,

características que resultan muy importantes en el momento de lograr una dosificación constante durante su envasado industrial (16); la densidad aparente alcanzó un valor de  $0,59 \pm 0,01$  g/mL, levemente inferior a la determinada por Larrauri, Borrotto, Perdomo y Tabares (16) en bebidas en polvo con alto contenido de fibra dietética.

TABLA 4  
Características físicas de interés industrial,  
del flan en polvo

Característica	Promedio $\pm$ D.S.
Densidad aparente (g/mL)	$0,59 \pm 0,01$
Densidad de asentamiento (g/mL)	$0,64 \pm 0,01$
Tiempo de vaciado (s)	$2,9 \pm 0,00$
Velocidad de vaciado (g/cm <sup>2</sup> s)	$8,3 \pm 0,00$
Angulo de reposo (°)	$31,40 \pm 1,98$

Por su parte, la densidad de asentamiento fue de  $0,64 \pm 0,01$  g/mL; ambos valores se consideran adecuados para lograr un corto tiempo de vaciado, que fue de 2,9 s; la velocidad de vaciado fue de  $8,3$  g/cm<sup>2</sup> s y el ángulo de reposo de  $31,4^\circ \pm 1,98$ . Larrauri, Borrotto, Perdomo y Tabares (16) plantean que valores de ángulo de reposo de alrededor de  $30^\circ$  estarían relacionados con una fluidez aceptable para este tipo de productos.

En el análisis microbiológico de recuento total, como se observa en la Tabla 5, se obtuvo 100 UFC/g, valor que se encuentra dentro de los límites aceptados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (24), cuyo máximo permitido es de  $1 \times 10^5$  UFC/g.

TABLA 5  
Análisis microbiológico realizado al flan en polvo

Análisis	Recuento (UFC/g)	Límite (UFC/g) /a
Recuento total de aerobios mesófilos	100	$1 \times 10^4$ - $1 \times 10^5$
Identificación de Salmonella	0	0

/a Fuente: (24).

La presencia de *Salmonella* en el flan en estudio resultó negativa, por lo que también se cumple con lo establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (24).

Como se indicó anteriormente, el crecimiento microbiano está en relación directa con la actividad de agua. Su crecimiento se relaciona con valores de  $a_w$  relativamente altos, con un óptimo de 0,92 a 0,99; las especies de bacterias patógenas y tóxicas prácticamente no se multiplican en  $a_w$  menores de 0,90 - 0,85, incluso *Staphylococcus aureus*

(especie tóxica, de las más resistentes a la sequedad) no se desarrolla a un  $a_w$  menor a 0,86 (29).

El bajo valor de  $a_w$  obtenido en el flan en polvo impidió el desarrollo de microorganismos.

Al reconstituir el flan se necesita un minuto de ebullición para activar la carragenina y luego debe refrigerarse para obtener una consistencia de gel óptima, por lo que esta aplicación de calor ayudaría también a su conservación hasta su consumo.

En la Tabla 6 se presentan los resultados de las características químicas y físicas del postre reconstituido.

TABLA 6  
Características físicas y químicas del flan reconstituido

Características	Promedio $\pm$ DS
Acidez titulable (% ac. cítrico)	$0,12 \pm 0,01$
pH	$6,1 \pm 0,08$
Actividad de agua ( $a_w$ )	$0,93 \pm 0,01$
Color	
L*	$65,5 \pm 1,51$
a*	$1,5 \pm 0,22$
b*	$29,0 \pm 1,88$
Firmeza de gel (g/cm <sup>2</sup> )	$11,7 \pm 0,00$

La actividad de agua del flan (0,93), indica que éste debe mantenerse refrigerado una vez preparado, ya que es susceptible de contaminación microbiana; este tipo de productos conviene por tanto mantenerlo en polvo y prepararlo pocas horas antes de su consumo.

El color del flan indica una alta luminosidad y contribución de amarillo; el valor de  $a^*$  señala que el colorante aplicado fue capaz de enmascarar el color verde de la harina de nopal, que presenta valores de  $a^*$  entre -4.2 a -5.0 (10).

La firmeza del gel ( $11,7$  g/cm<sup>2</sup>), es similar a la que presenta un flan comercial del mercado chileno, rotulado como "diet".

## CONCLUSIONES

El máximo de incorporación de harina de nopal aceptada por los evaluadores fue de 16%; mayores porcentajes causan deterioro de las propiedades mecánicas y sensoriales del producto.

El aporte de fibra dietética en la formulación seleccionada, es mayor que el de otros productos comerciales similares, lo que unido a un bajo contenido energético hacen de este, un alimento que proporciona beneficios para la salud humana.

Por otra parte, el contenido de otros nutrimentos es comparable, al de productos comerciales similares, sin embargo, es más «rico» en proteínas y en nutrimentos

inorgánicos, presentando además, adecuadas propiedades físicas para lograr una buena dosificación durante su envasado industrial.

### REFERENCIAS

- Alvarez P, Marbot E, Fernández E y Lima L. Temas Alimentarios: La fibra dietética. Instituto para la industria alimentaria. La Habana, Cuba. 1987;25 p.
- Periago MJ, Ros G, López G, Martínez MC and Rincón F. The dietary fiber components and their physiological effects. *Revista Española de Ciencia y Tecnol Aliment.* 1993;33(3): 229-246.
- Mcperson R. Dietary fiber - a Perspective. In: *Dietary Fiber in Human Nutrition*. Ed. By G. A. Spiller. CRC Handbook. 2nd Ed. Boca.Raton, Florida.1992;648 p.
- Hollingsworth P. Food trends: diversity and choice dominate. *Food Tech.* 1996;5:40.
- Grijspaardt-Vink C. Ingredients for healthy foods featured at European expo. *Food Tech.* 1996;2:30.
- Sloan E. Top ten trends to watch and work on. *Food Tech.* 1994;7:89-100.
- Atalah E and Pak N. Aumente el consumo de verduras, frutas y legumbres. In: *Guías de alimentación para la población chilena*. Ed. by Castillo, C.; Uauy, R. and Atalah, E. Santiago, Chile.1997;164 pp.
- GallardoY, Zambrano ML y Hernández AD. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del nopal verdura. *Memorias VII Congreso Nacional y V Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento del nopal*. Monterrey , México. 1997;p. 277-278
- Sáenz C, Pak N, Sepúlveda E y Lecaros M. Caracterización de harina de cladodio de nopal. *Memorias. 7° Congreso Nacional y 5° Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Monterrey, México. 1997;p. 302-303.
- Sepúlveda E, Sáenz,C y Moreno M. Obtención y caracterización de harina de nopal (*Opuntia ficus indica* (L) Mill). In: *Actas. 6° Congreso Nacional y 4° Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Guadalajara, México. 1995;p. 28-31
- Mackey A, Flores I y Sosa M. Evaluación sensorial de los alimentos. Ediciones Ciepe. San Felipe, Venezuela. 1984;136 p.
- Anzaldúa A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia. Zaragoza, España. 1994;198 p.
- Watts B, Limaki G, Jeffery L and Elias L. Basic sensory methods for food evaluation. Ed. International Development Research Centre. Ottawa, Canadá. 1989;160p.
- AOAC. *Official Methods of the Association of the Official Analytical Chemists*. 14th ed. Wisconsin. 1990;1141 p.
- Lee S, Prosky L and De Vries J. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic-gravimetric method, Mes-Tris-Buffer: collaborative study. *J Assoc off Anal Chem.* 1992;75 (3): 395 - 416.
- Larrauri JA, Borroto B, Perdomo U y Tabares Y. Elaboración de una bebida en polvo a base de fibra dietética: Fibrax. *Alimentaria*, 1995;marzo: 23-25 p.
- Schmidt - Hebbel H, Pennacchiotti I, Masson L y Mella MA. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.1990;62 p.
- AACC. American Association of Cereal Chemists. *Approved Methods*. s/n. 1989.
- Venegas N. Control microbiológico de alimentos. Técnicas actualizadas y métodos acelerados. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Publ. Misc. Agr. N° 32. Santiago, Chile. 1990;135 p.
- Valenzuela E y Astorga J. Tablas TLM para identificación de enterobacterias. Departamento de Laboratorios de Salud. Instituto de Salud Pública de Chile.1991; 28 p.
- Fellows P. *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y practicas*. Ed. ACRIBIA, S.A., Zaragoza. 1994;549 p.
- Lecaros M. Caracterización de la harina de cladodio de nopal (*Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.). *Memoria Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Depto. de Agroindustria y Tecnología de Alimentos*. 1997;60 p.
- Navarrete M. Evaluación sensorial de un budín suplementado con proteína de maravilla (*Heliantus annus* L). *Informe de Práctica Téc. Industrial en Alimentos*. Universidad de Santiago de Chile, Escuela Tecnológica, Departamento de Tecnología Agropecuaria. 1984;68 p.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos. Instituto de Salud Pública de Chile. 1997;32 p.
- Pimienta BE. El nopal tunero. Universidad de Guadalajara, México.1990;146 p.
- Pak N. Fibra dietética. In: *Nutrición y salud*. Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Primera edición. 1996;119-128.
- Rosado J y Díaz M. Propiedades fisicoquímicas relacionadas con función gastrointestinal de seis fuentes de fibra dietética. *Rev Invest Clin.* 1995;47(4):283-289.
- Fizman S. Propiedades funcionales de los hidrocoloides polisacáridos. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Valencia, España.1996;9 p.
- Cheftel J y Cheftel H. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Tomos I y II. Acribia. Zaragoza, España. 1983;303 y 404 p.
- Pak N y Araya H. Macroalgas comestibles de Chile como fuente de fibra: determinación de la fibra dietética soluble e insoluble. In: *X Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Pucón, Chile. Libro de Resúmenes. 1993;p. 157.
- Vera S. Desarrollo y controles de postres instantáneos para el adulto mayor. *Memoria Ing. en Alimentos*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. 1994;50 p.

Recibido: 10-07-2001

Aceptado: 14-06-2002

## Caracterización químico nutricional del musgo *Sphagnum magellanicum*

Mario Villarroel, Edith Biolley, Enrique Yáñez, Rosario Peralta

Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

**RESUMEN.** El objetivo de este estudio fue conocer la composición química de la especie briófito *Sphagnum magellanicum* (S.M.), que crece en la zona sur de Chile cubriendo un área geográfica aproximada de 500.000 hectáreas y de la cual se sabe muy poco. Dentro de sus cualidades destaca su poder de absorción y retención de agua, característica que se aprovecha para fines industriales y agrícolas. Pensando en diversificar su aprovechamiento para incorporarlo como fuente de fibra dietaria a productos alimenticios, es necesario previamente conocer su composición química. Muestras representativas del material fueron sometidas a diferentes análisis, tales como composición proximal, cuantificación de las diferentes fracciones de fibra y factores antinutricionales. Los resultados mostraron que este musgo destaca por su contenido en fibra total dietaria (77%), cifra muy superior a la encontrada en otras fuentes de fibra conocidas, tales como cáscara de arroz, avena, cebada, lupino. Es importante destacar la ausencia de factores antinutricionales en este musgo que estaría potenciando su posible uso en la alimentación humana.

**Palabras clave:** Musgo, *Sphagnum magellanicum*, fibra dietaria, factores antinutricionales.

**SUMMARY.** Chemical characterization of the moss *Sphagnum magellanicum*. The goal of the present study was to know the chemical characteristics of the moss *Sphagnum magellanicum* (S.M.) growing in the southern part of Chile, spreading approximately in a geographic area of 500.000 Has. Very few antecedents are reported in the literature concerning the functional properties of this resource, with the exception of the water absorption and holding capacity. Many of the industrial or agricultural uses of this moss are strongly related with this characteristic. Looking for other alternatives of utilization, it has been planned its incorporation to staple foods as a source of dietary fiber. But first it is necessary to know its chemical characteristics. Representative samples of this material were submitted to different chemical analysis such as proximal analysis, fractional fiber analysis and anti nutrient factors. Results of those analysis show the high amount of dietary fiber founded in this resource (77%), higher than reported data for other traditional fiber sources such as lupin bran, rice hull, barley hull, oat bran, etc. Finally it is important emphasize the absence of antinutrient factor in this moss, that could make feasible its use for human nutrition.

**Key words:** Moss, *Sphagnum magellanicum*, dietary fiber, anti nutrient factors.

### INTRODUCCION

Entre los componentes de la dieta que han recibido especial atención en el último tiempo figura la fibra dietaria, basado este interés en evidencias científicas y epidemiológicas que han señalado una asociación positiva entre dietas ricas en fibra y bajas en colesterol, con mejores niveles de salud en la población (1-8). Entre sus características más interesantes destacan: regulación de la función intestinal, disminución de la absorción de glucosa, menor demanda de insulina, prevención del cáncer al colon, regulación del nivel de colesterol, reducción de ingesta calórica entre otras, que han sido acogidas por la industria alimentaria para formular y desarrollar productos enriquecidos en fibra con propiedades funcionales (9-20).

Dentro de los tópicos que han despertado gran interés en la investigación de la fibra dietaria destaca la búsqueda permanente de recursos naturales que posean cantidades

interesantes de este tipo de compuestos funcionales, para consumirlos como tales, o en mezcla con otros alimentos. Las investigaciones sobre fibra se han centrado principalmente en el aprovechamiento directo de la fibra proveniente de tubérculos, cereales, leguminosas, frutas, algas, como también de subproductos del procesamiento de estas materias primas, estas últimas caracterizadas por presentar un contenido de fibra dietaria cercana al 40%, una baja digestibilidad y reducido valor energético. Actualmente existe un gran interés en nuevas fuentes de fibra dietética en concentraciones comparables a las que se encuentran en subproductos de cereales y leguminosas tales como salvado de trigo, arroz, avena, lupino, etc. (21-33).

En este contexto nuestro interés se ha centrado en un recurso natural abundante en la región sur de Chile. Se trata de la especie briófito *Sphagnum magellanicum* perteneciente a la familia *sphangácea* (34-42) que se encuentra distribuida en forma silvestre en extensas áreas de las regiones novena y

décima del país, en formaciones edáficas o vegetaciones denominadas «ñadis» formando extensas franjas territoriales prácticamente continuas que abarcan una superficie aproximada de 500.000 Has (43). Referencias bibliográficas destacan la capacidad de absorción y retención de agua del *Sphagnum magellanicum* utilizándose de diversas maneras, pudiendo mencionar entre otras aplicaciones su uso en vendajes quirúrgicos, apósitos, empaçado de plantas así como también en forma de turba como combustible. Este musgo deshidratado se emplea como absorbente de aceites, combustibles derivados del petróleo y como descontaminante de metales pesados, pesticidas y otros productos. Tomando en cuenta la gran versatilidad de sus aplicaciones, este trabajo tiene como objetivo analizar la posibilidad que esta especie pueda emplearse en la formulación de productos alimenticios para consumo humano, como una fuente alternativa de fibra dietaria, para lo cual, en esta primera fase de la investigación, es necesario conocer su composición química.

## METODOLOGIA

### Materia prima

Muestras de musgo variedad *Sphagnum magellanicum* (S.M.) fueron donadas para este estudio por gentileza de la empresa "Los Volcanes" de la ciudad de Puerto Varas. X Región, Chile (43).

En el laboratorio de procesos del Instituto de Agroindustrias de la Universidad de la Frontera, el producto se sometió a las siguientes operaciones: selección, eliminación de impurezas; secado a una temperatura de 60°C hasta alcanzar una humedad final de 18%. Luego las muestras se almacenaron en bolsas de polietileno a temperatura ambiente (aproximadamente 15°C) hasta el momento de los análisis.

### Análisis proximal

Muestras del musgo se caracterizaron químicamente determinado su contenido de humedad, proteínas, cenizas, lípidos, hidratos de carbono y fibra cruda de acuerdo a procedimientos estándares de la AOAC (44). Todas las determinaciones se realizaron en triplicado.

### Determinación de fibra dietaria

La fibra dietética total y fraccionada en soluble e insoluble se cuantificó por el método gravimétrico enzimático (45) aprobado por la AOAC (44), utilizando para la hidrólisis enzimática alfa amilasa termo estable, proteasa y amiloglucosidasa.

### Fibra neutro detergente (FND)

Se aplicó el método de Van Soetz et al., (46).

### Fibra ácido detergente (FAD)

Se determinó aplicando técnicas estándares de la AOAC N° 973-18 (44).

### Celulosa

Se cuantificó a partir de la fibra ácido detergente. Se calculó por diferencia de peso entre el residuo seco del tratamiento ácido detergente y el residuo seco permanente, luego del tratamiento con ácido sulfúrico 72%. AOAC (44).

### Lignina

Según el método de la AOAC. N° 973-18. (44).

### Hemicelulosa

Según el método de Jones and Tanaka, (47).

### Azúcares totales y reductores

Los azúcares se extrajeron utilizando etanol al 80% en un aparato soxleth durante tres horas. El extracto libre de alcohol se recolectó cuantitativamente en agua destilada, añadiendo 1 mL de hidróxido de aluminio como agente desproteinizante. Los azúcares reductores se determinaron por el método de Munson and Walker. Para determinar los azúcares totales, una alícuota de la muestra se trató con solución de ácido clorhídrico conc. Finalizada la hidrólisis ácida, se determinaron los azúcares totales con la misma técnica (48).

### Minerales

Las muestras se sometieron a una digestión húmeda en medio ácido, utilizando una mezcla de ácido clorhídrico concentrado y ácido perclórico al 70% para la oxidación total de la materia orgánica. calcio, magnesio, sodio, potasio, cobre, hierro, cobalto, manganeso, zinc se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica. El selenio fue determinado por fluorometría usando 2,3 diamino naftaleno (49). El contenido de fosfatos se analizó espectrofotométricamente según procedimientos de la AOAC (44).

### Factores antinutricionales

#### Inhibidor de tripsina

Se determinó por la técnica de Kakade et al.(50).

#### Hemaglutininas

Según el procedimiento de Jaffé et al.(51).

### Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos se extrajeron de las muestras con alcohol al 80% en un aparato soxleth (tiempo extracción 3 h.). Posteriormente se cuantificaron espectrofotométricamente a 460 nm utilizando el reactivo 4 amino antipyrina en presencia de ferricianuro de potasio (52).

**Fitatos**

Se aplicó el método de Haug and Lantzsch (53).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Caracterización química**

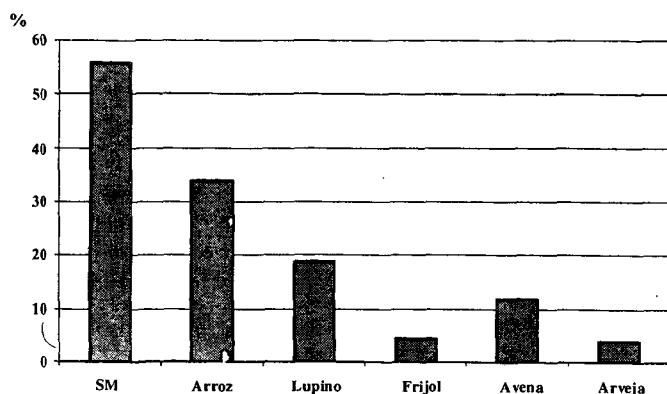
Del análisis químico proximal realizado a las muestras de *Sphagnum magellanicum* (S.M.) sobresale su contenido promedio de fibra cruda (56%) mientras que el resto de los componentes tales como extracto etéreo (0.77%), proteínas 2.30% y cenizas (3.02%) están presentes en niveles muy bajos (Tabla1). Analizando solamente el resultado de fibra cruda con otras fuentes reconocidas por un alto aporte en este componente, se encontró que este valor es muy superior a los encontrados en cáscara de arroz con 35% (24), lupino (18%) y avena (13%) (54), frijol blanco (4%) y arvejas cocidas con cáscara (3%) (32) tal como se aprecia en la Figura 1.

**TABLA 1**  
Caracterización química del musgo *Sphagnum magellanicum*

	g/100g
Humedad	17.00*
Extracto etéreo	0.77
Proteínas**	2.30
Cenizas	3.02
Fibra cruda	56.00
Hidrato de carbono***	20.91

\* Valor promedio, n=3; \*\*N\*6.25; \*\*\*Por diferencia

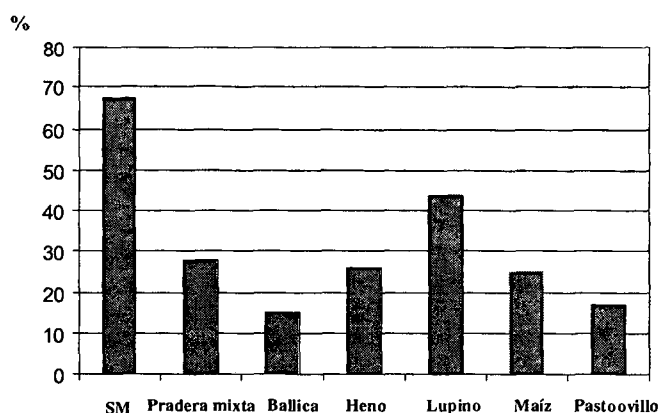
**FIGURA 1**  
Contenido de fibra cruda del S.M y diversas fuentes de fibra



La Figura 2 muestra el estudio comparativo entre el contenido de fibra cruda del S.M (68% en base seca) y diferentes tipos de recursos destinados a la alimentación

animal. De este estudio se desprende que la fibra del ensilaje de lupino es la mas cercana con un 45%, en tanto que los ensilajes de pradera mixta, heno de gramíneas y maíz llegan aproximadamente a un límite entre 25% y 30%, situándose mas abajo pradera de ballica y pasto ovillo con porcentajes alrededor del 15% al 30% (55).

**FIGURA 2**  
Contenido fibra cruda de S.M. y especies forrajeras (base seca)



El análisis de fibra dietaria total de las muestras de S.M mostraron un resultado cercano al 77%, del cual un 75.8% corresponde a fibra insoluble y 1.2% corresponde a fibra soluble. Si se realiza ahora un análisis comparativo con otros alimentos nos encontramos con resultados en los cuales el S.M contiene una mayor cantidad de fibra dietaria total, tales como lupino (32%), lenteja cocida y frijol rojo cocido con porcentajes fluctuando entre 17% y 22% (32), arroz entero y avena con valores de fibra dietaria alrededor del 20% (26) y choclo cocido (elote) (4%) (28) (Figura 3).

Debido a que la técnica standard aplicada subvalora en forma importante el contenido de fibra insoluble, se llevaron a cabo los análisis de fibra neutro detergente (FND) y ácido detergente (FAD), incluyendo además los componentes lignina, y celulosa, para determinar de una manera mas confiable los componentes insolubles existentes en el S.M. Los resultados se muestran en la Tabla 2. A la luz de estos datos se demuestra que el análisis de FND arroja valores bastante más cercanos (75.8%) a los obtenidos con la metodología aplicada para determinar fibra dietaria. El contenido determinado para FAD es de 58% y los correspondientes a hemicelulosa, lignina y celulosa fueron 18%, 27% y 30% respectivamente.

FIGURA 3  
Contenido de fibra dietaria total en S.M.  
y varias especies vegetales

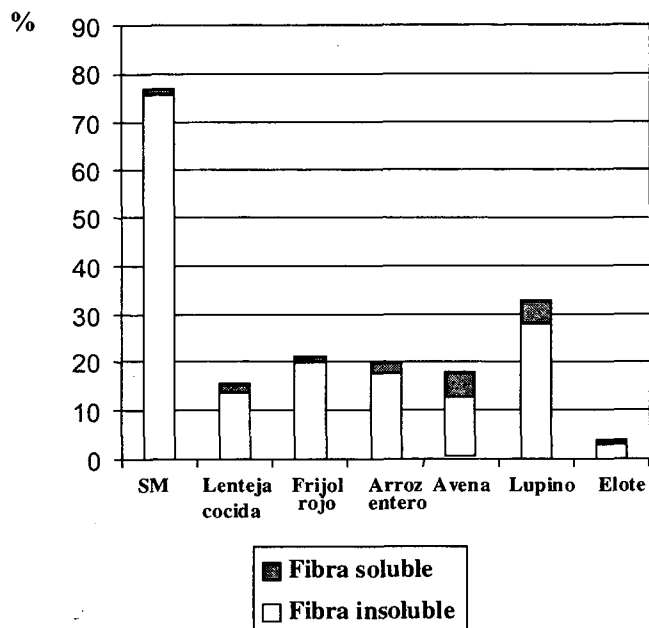


FIGURA 4  
Contenido de fibra neutro detergente en S.M.  
y leguminosas (base seca)

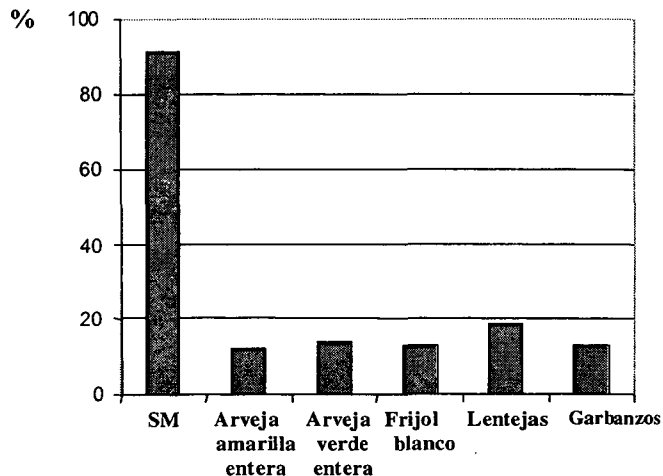


FIGURA 5  
Contenido de fibra neutro detergente en S.M.  
y recursos vegetales ricos en fibra (base seca)

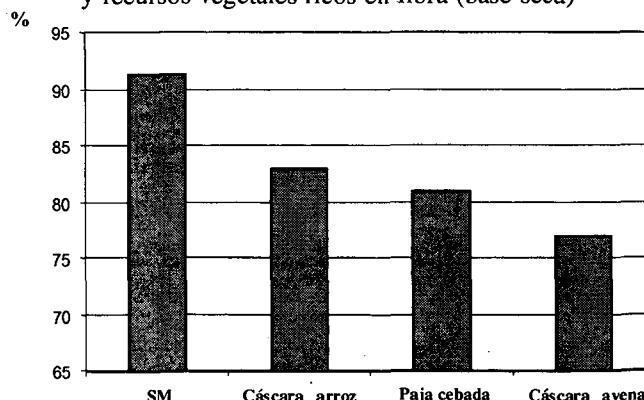


TABLA 2  
Fracciones de fibras presentes en el *Sphagnum magellanicum*

	g/100g
Fibra neutro detergente	75.77
Fibra ácido detergente	57.58
Hemicelulosa	18.10
Lignina	27.42
Celulosa	30.14

\* Valor promedio, n=3

Posteriormente se realizó un análisis comparativo del contenido de fibra neutro detergente (expresada en base seca) del musgo con leguminosas y cereales. Los resultados se presentan en las Figuras 4 y 5. Analizando estas figuras, el valor promedio encontrado de este componente en el S.M. es mayor (90%) a las cifras encontradas para especies de leguminosas tales como arvejas amarillas y verdes con y sin cáscara, frijol blanco, lentejas y garbanzo, en los cuales este valor fluctúa entre 15% y 20% (32). La comparación con cáscaras de cereales tales como arroz, paja de cebada y avena mostró que para los dos primeros el promedio de fibra neutro detergente fluctuó alrededor del 80% y para avena una cantidad ligeramente superior al 75% (32, 21).

En cuanto a la cantidad de fibra ácido detergente (base seca), cuyo dato se muestra en la Figura 6, la cifra encontrada para el S.M. de un 70% aproximadamente es mayor, a la obtenida para ensilajes comerciales, tales como trébol, alfalfa y ballica con valores promedios alrededor de un 35% y, maíz cercano al 25% (56).

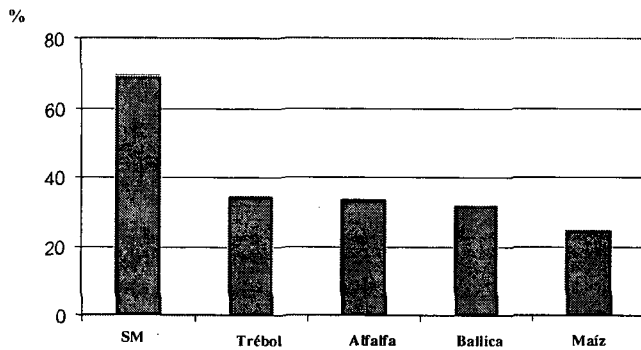
La concentración de lignina obtenida para el S.M. de 33% es significativamente mayor comparada con 5% para cáscara de arroz (22), 3% en frijoles (22) y 2% en pan integral (57). Con respecto al contenido de celulosa el S.M. presenta un valor cercano al 36%; cáscara de arroz es ligeramente superior alcanzando un 38%. Ambos valores contrastan con los observados en frijol (4%) y pan integral (3%).

Con relación al contenido de azúcares tanto totales como reductores las cantidades obtenidas de 0.354 y 0.078 g/100

g son mínimas comparadas con otras fuentes de fibra, tales como maracuyá (5.0 y 6.2 g/100g) (58) y residuo industrial de tomate (1.0 y 8.3 g/100g) (8).

FIGURA 6

Concentración de fibra ácido detergente (base seca) en especies forrajeras comparadas con S.M.



En cuanto a su aporte en nutrimentos inorgánicos, entre los datos que se muestran en la Tabla 3, destacan en especial los valores de sodio, calcio, magnesio, potasio, fosfatos y hierro que son superiores a los encontrados en la literatura en otras especies vegetales. (59). Con relación a los metales pesados tóxicos como plomo y cadmio las concentraciones detectadas están muy por debajo de las cantidades máximas permitidas para estos elementos (60).

TABLA 3

Composición mineral del *Sphagnum magellanicum*

	ppm
Magnesio	1223.1
Calcio	2687.9
Sodio	700.5
Potasio	1356.6
Zinc	21.9
Cadmio	<0.005
Plomo	0.15
Fósforo	294.4
Hierro	350.8
Cobre	9.2
Manganeso	170.4
Silice	3371.2
Selenio	<0.1

Valor promedio, n=3

Por otra parte, la presencia de factores antinutricionales (inhibidores de tripsina, lectinas, saponinas, compuestos fenólicos entre otros) su análisis ha adquirido especial interés

en los últimos años en virtud de su acción tóxica ya que limitan por ejemplo el aprovechamiento de nutrientes tales como proteínas y biominerales, los que pueden producir lesiones gastro intestinales, hemólisis o aglutinación de eritrocitos, inhibición del crecimiento en animales (61-65). Dado estos antecedentes, se consideró necesario determinar en esta etapa de la investigación, la presencia de estos compuestos en el *Sphagnum magellanicum* considerando la posibilidad de utilizar esta briófitas como fuente de fibra en alimentos de consumo humano. Los resultados analíticos llevados a cabo demostraron la ausencia de estos componentes en esta especie haciendo factible su utilización como fuente alternativa de fibra.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en las experiencias llevadas a cabo sobre la caracterización bromatológica de esta variedad de *Sphagnum*, demuestra que esta briófitas es una alternativa interesante como fuente alternativa de fibra dietaria total por los valores detectados en este estudio, siendo su porcentaje muy superior a los encontrados en otros recursos vegetales. Por otro lado, la gran disponibilidad de este recurso es un factor atractivo desde el punto de vista industrial y finalmente, el hecho que es factible su incorporación potencial en alimentos de consumo humano por la ausencia de factores antinutricionales.

Trabajo financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de la Frontera. N° 2005/2000.

REFERENCIAS

1. Trowell H. Hipertensión, obesity, diabetes mellitus and coronary heart diseases. En: Trowell, H.C.; Burkitt, D.P., Eds. Western diseases: Their emergencies and prevention. London: Edward Arnold, 1981;pp. 3-32.
2. Atalah E. Nutrición y Cáncer. Nutrición y Salud. Universidad de Chile. Fac. de Medicina. Dpto. Nutrición. Santiago, Chile. 1996.
3. Periago MJ, Ros G, López G, Martínez MC and Rincón F. Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. Rev. Española de. Ciencia y. Tecnología de Alimentos. 1993;33: 229-246.
4. Scheneeman BO. Soluble vs. insoluble fiber. Different physiological responses. Food Technol: 1987;81-82.
5. Cunnings JH and Englyst HN. Fermentation in human large intestine and the available substrates. Am J Clin Nutr. 1987;45:1243-1255.
6. Sozulsky FW and Cadden AM. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. J Food Sci. 1982;1472-1477.
7. Pack N, Araya H. Efecto hipocolesterolémico del salvado de avena. Revista Chilena de Nutrición. 1991;19(1):7-16.
8. Alvarado M, Pacheco E, Schnell M, Hevia P. Fibra dietética en el residuo industrial del tomate y su efecto sobre la respuesta glicémica y colesterol sérico en ratas. Arch Latinoamer Nutr.

- 1999;49 (2):138-142
9. Van den Broeck A. Functional Foods: The Japanese approach. *Food Ingredients*. 1993;1: 4-9.
  10. Kawazoe K. Functional foods and ingredients in Japan. *Food Ingredients*. 1994;5:43-45
  11. Rowan C. Functional phenomenum. *Food Ingredients*. 1999;1:27-28
  12. Fuller R. Probiotics in human medicine. *Gut.*, 1991;32: 439-442.
  13. Proop S. Una comparación entre los mercados de alimentos funcionales en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Report of Institute for Prospective Technological Studies (IPTS Report). European Commission. 1998.
  14. Pascal G. Functional Foods- The future: How to regulate this foods. *Nut Rep*. 1996;54 (11):199-201
  15. Hasler M. Functional Foods: The Western perspectives. *Nut Rep*. 1996;54(11): S6-S10.
  16. Glinsmann WH. Functional Foods in North America. *Nut Rep*. 1996;54(11): S 33-S37.
  17. Pascal G, Collet-Ribbin C. Las perspectivas europeas sobre alimentos funcionales. Report of Institute for prospective technological studies (IPTS Report). European Commission. 1998.
  18. Quezada H. Alimentos funcionales. *Industria de Alimentos*. 1998;pp 17-18
  19. Hesser JM. Application and usage of dietary fibers in the USA. *Food Ingredients*. 1994;2:50-52
  20. Hoogenkamp HW. Lifestyle and Food: Mega changes for mega markets. *Food Ingredients* N° 3. 1994;pp 23-29.
  21. González J, Alvira P, González G. La cascarilla de arroz en la alimentación animal. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 1986;26 (4):513-528
  22. González P, Alvira P y González G. La cascarilla de arroz en la alimentación animal II. Composición químico-bromatológica. *Rev Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 1987;27(1):139-149.
  23. Larrauri JA, Rodríguez JL, Fernández M y Borroto B. Nota: fibra dietética obtenida a partir de hollejos cítricos y cáscaras de piña. *Rev. Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1994;34(1):102-107.
  24. Periago MJ, Ros G, Englyst HN y Rincón F. Nota: variación en el contenido de fibra dietética del guisante (*Pisum sativum*) en función de la variedad, tamaño y método analítico. *Rev Española de Ciencias y Tecnología de Alimentos*. 1994;34(5):565- 575.
  25. Bressani R, Breuner M y Ortiz M. Contenido de fibra ácido y neutro-detergentes y de minerales menores en maíz y su tortilla. *Arch Latinoamer Nutr* 1989;39(3): 382-391.
  26. Pak N, Ayala C, Vera G, Pennacchiotti I, Araya H. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. *Arch Latinoamer Nutr*. 1990;40(1):116-125.
  27. Pak N. Fibra dietética. Concepto, contenido en alimentos y consumo en Chile. *Rev. Chilena de Nutrición* 1992;20(2):124-135
  28. Pak N. Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile. *Arch Latinoamer Nutr*. 2000;50(1): 97-101
  29. Barber S, Benedito de Barber C y Llácer D. Contenido de fibra dietética, atributos sensoriales de calidad y composición química del pan integral del comercio. *Rev Agroquim Tecnol Aliment*. 1983;23(1):119-131.
  30. Pérez-Gil F, Saginés L, Torreblanca R, Grande M y Carranco M. Estudio sobre la composición química y contenido de factores antifisiológicos de la pasta residual de jojoba. *Arch Latinoamer Nutr*. 1989;39(4): 590-600.
  31. Closa S, Martín C., Chau O., Sambu cetti E y Zuleta A. 1994. Contenido de nutrientes en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas I: Composición centesimal y valor energético. *Arch Latinoamer Nutr* 1994;44(3):168-171.
  32. Herrera IM, González EP, Rometpo JG. Fibra dietética soluble, insoluble y total en leguminosas crudas y cocidas. *Arch Latinoamer Nutr*. 1998;48 (2):179-192.
  33. Rodríguez J. Fibra dietética. Propiedades funcionales y procesos tecnológicos. II Curso Internacional de fibra dietaria y almidón resistente 21, 103-107. Santa Fe de Bogotá, 1987.
  34. Matteri CM. La diversidad biológica (o sobre como y por qué proteger los musgos. *Revista Ciencia Hoy*. 1998;46 (8):14-19
  35. Latymer Upper School. Ecological habitat of the british islands. *Geographic Department*. 1999. [www.latymer-upper.org/geog/sixth/wetlands1.html](http://www.latymer-upper.org/geog/sixth/wetlands1.html)
  36. Subiabre A and Rojas C. Geografía física de la región de Los Lagos. Ediciones Universidad Austral de Chile., Valdivia, Chile. 1994.
  37. Cronquist A. Introducción a la botánica. Compañía Edit. Continental. Ceca. 1992;pp. 848.
  38. Carrillo R, Godoy R, Pered, H. Simbiosis micorrízica en comunidades boscosas del valle central en el sur de Chile. *Bosque*. 1992;13(2):57-67
  39. Ramírez J, San Martín C, Ferrada V, Ramírez C. La flora de los ñadis del sur de Chile. 2° Congreso Internacional Gestiones en Recursos Naturales. 1991;pp. 607.
  40. Raven P, Evert R, Eichhorn S. *Biología de las plantas*. Edit. Reverté, S.A. Barcelona.1992;pp 773.
  41. Van Breemen N. How *Sphagnum* bogs down others plantes. *Trece*. 1995;10:270-275
  42. Ramírez GC. El musgo *Sphagnum magellanicum* en Chile y su comparación con una muestra neozelandesa. Informe técnico. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 1990.
  43. Comunicación personal. Empresa Los Volcanes. Puerto Varas, Décima Región, Chile. 2001.
  44. AOAC. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemist. 16<sup>th</sup> ed.. Washington D.C. 1990.
  45. Prosky L, Asp NG, De Vries J, Schweitzer TF, Furda L. Determination of soluble, insoluble and total dietary fiber in food and food products. Interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem*. 1988;71: 1017-1023.
  46. Van Soest PK, Mertens DR. The use of neutral detergent fiber versus acid detergent fiber in balancing dairy rations. Technical symposium, Publ. Nutr. Chem. Div. Monsanto Co. USA. 1984.
  47. Jones JK, Tanaka Y. Galactan. Isolation from lupin seed. *Methods in Carbohydrate Chemistry*. N. York. Marcel Dekker Inc, 1964.

48. Schmidt HH. Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Edit. Salesiana, Santiago, Chile, 1981.
49. Analytical Methods Commitee Royal Chemical Society. Determinación of small amounts of selenium in organic matters. *Analyst*. 1979;104 pp. 778-787.
50. Kakade M, Rackis C, Mac. Ghee J, Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products. *Cereal Chemistry* 1974;51: 376-382.
51. Jaffé W, Ieney A, González D. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. *Phytochem*. 1974;13: 2685-2693.
52. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1951. 15 ed.
53. Haug W. And Lantzsch H. Sensitive method for the rapid determination of phytates in cereal and cereal products. *J Sci Food Agric*. 1983;34:1423-1426.
54. Schmidt HH, Pennachioti Irma, Masson L, Mella ma A. Tabla de composición química de alimentos chilenos.. Facultas de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Octava Edición. Santiago, Chile. 1985.
55. Hiriart ML, Fuchslocher RP. Comparación de métodos dedeterminación de fibra cruda en forrajes. *Agro Sur* 1979;7(1):1-2.
56. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). II Seminario de utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona Sur de Chile. Estación Experimental Renehue. Osorno. Chile. 1994.
57. Marques MM, Nova D, Rezende RM, Da Silva M. Estudio comparativo de métodos analíticos de determinación de la fracción fibra dietaria insoluble en alimentos ricos en almidón.. *Arch Latinoamer Nutr*. 1990;40 (1):107-115.
58. Rozycki VR, Baigorra CM, Freyre MR, Bernard CM, Zannier MS. Composición de nutrientes en especies vegetales autócnonas de la región taqueña, Argentina. *Arch Latinoamer Nutr*. 1997;47 (2):141-145
59. Jury G, Urteaga C, Taibo M. Composición química de los alimentos según la pirámide alimentaria chilena. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Chile. 1997.
60. Reglamento Sanitario de los Alimentos. N° 977. Ministerio de Salud. Diario Oficial de la República de Chile. Mayo. 1997.
61. Jiménez Lizbeth, Eliminación de componentes tóxicos de dos semillas del género *Erythrina* y su evaluación bromatológica. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1994.
62. Gil Leticia. Valor nutritivo de algunas flores comestibles. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. UNAM México. 1992.
63. Nava María, Rodríguez María del Rosario. Composición química y contenido de compuestos tóxicos termolábiles en dos variedades de frijol en diferentes fases de su desarrollo. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico, UNAM, México. 1988.
64. Price KR, Fenwick GR. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feeding stuffs. *Critical review in Food Science and Nutrition*. Vol 26 (1):27-115.
65. Sousa HR. Estudio comparativo de la composición química de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) silvestres y cultivados. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. 1993. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Recibido: 17-12-2001

Aceptado: 08-08-2002

## Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental

Silvia Carrillo Domínguez, Margarita Casas Valdez, Felipe Ramos Ramos, Fernando Pérez-Gil,  
Ignacio Sánchez Rodríguez

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", México D.F., Laboratorio de Macroalgas,  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México

**RESUMEN.** La península de Baja California constituye una de las regiones más ricas en recursos algales de México. El objetivo de este trabajo fue conocer la composición química de algunas especies de algas marinas de Baja California Sur, consideradas económicamente potenciales por su distribución y abundancia y promover su empleo en la alimentación humana y animal. Las algas estudiadas fueron: Verdes (*Ulva spp.*, *Enteromorpha intestinalis*, *Caulerpa sertularoides* y *Bryopsis hypnoides*), Rojas (*Laurencia johnstonii*, *Spyridia filamentosa* e *Hypnea valentiae*) y Parda (*Sargassum herporizum*, *S. sinicola*, *Padina durvillaei*, *Hydroclathrus clathrathus* y *Colpomenia sinuosa*). Los ejemplares se secaron al sol y molieron en un molino de cuchillas. Los resultados mostraron en las algas, un contenido de proteína menor de 11%, excepto en *L. johnstonii* con 18% y bajo aporte de energía. El contenido de extracto etéreo en general, fue menor al 1%. Las fracciones más abundantes resultaron ser los carbohidratos totales y la materia inorgánica, radicando en estos componentes químicos la principal riqueza de estos recursos.

**Palabras clave:** Composición química, algas, alimentación, minerales, Baja California.

**SUMMARY. Marine algae of Baja California Sur, México: nutrimental value.** The Baja California Peninsula is one of the richest regions of seaweed resources in México. The objective of this study was to determine the chemical composition of some marine algae species of Baja California Sur, with an economical potential due to their abundance and distribution, and to promote their use as food for human consumption and animal feeding. The algae studied were Green (*Ulva spp.*, *Enteromorpha intestinalis*, *Caulerpa sertularoides*, *Bryopsis hypnoides*), Red (*Laurencia johnstonii*, *Spyridia filamentosa*, *Hypnea valentiae*) and Brown (*Sargassum herporizum*, *S. sinicola*, *Padina durvillaei*, *Hydroclathrus clathrathus*, *Colpomenia sinuosa*). The algae were dried and ground before analysis. In general, the results showed that algae had a protein level less than 11%, except *L. johnstonii* with 18% and low energy content. The ether extract content was lower than 1%. However, the algae were a good source of carbohydrates and inorganic matter.

**Key words:** Chemical composition, seaweed, nutrition, minerals, Baja California.

### INTRODUCCION

El empleo de las algas marinas en la alimentación humana y animal es una práctica que se remonta a hace muchos siglos. En la actualidad en los países orientales es donde su consumo está más extendido y en lo que respecta a la alimentación animal, es en los países escandinavos y Francia donde la práctica de llevar a los animales a las costas para que consuman algas, es algo común (1,2). Existen muchos otros países, como es el caso de México, que por su situación geográfica también cuentan con una abundante diversidad y biomasa algal; sin embargo, su uso se ha circunscrito principalmente como materia prima para la obtención de ficocoloides, los cuales se emplean en las industrias textil, química y alimentarias (3,4). En México, la mayor diversidad y biomasa algal se encuentran en la costa occidental de la Península de Baja California (5). Las especies comprendidas en el presente estudio son consideradas económicamente potenciales porque tienen una amplia distribución y abundancia en las costas de Baja California Sur y en otras

regiones del país (5); sin embargo, es escasa la información que se ha publicado sobre la composición química de estos recursos (6-12). Por lo tanto, se planteó como objetivo de este trabajo conocer el valor nutrimental de estas especies algales para estimular su empleo en la alimentación humana y animal.

### MATERIALES Y METODOS

#### Lugar de recolecta

Las algas se recolectaron en diferentes localidades de la Bahía de La Paz (24° 47' y 24° 06' N y 110° 45' y 110° 18' W) y de Bahía Concepción (26° 55' y 26° 30' N y 112° y 110° 40' W), en la costa este de Baja California Sur, México. La temperatura promedio anual en estas dos localidades es de 25°C y 24°C respectivamente. Las especies recolectadas fueron: Verdes: *Ulva spp.*, (1) *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Link 1820, (2) *Caulerpa sertularoides* (Gmelin) Howe 1905, (1) *Bryopsis hypnoides* Lamouroux 1809. Rojas: (3) *Laurencia johnstonii* Setchell & Gardner 1924, (1)

*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey 1833, (1) *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne 1840. Pardas: (4) *Sargassum herporizum* Setchel & Gardner 1924, (4) *Sargassum sinicola* Setchel & Gardner 1924, (4) *Padina durvillaei* Bory 1827, (4) *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbes & Solier 1856, (4) *Hydroclathrus clathratus* (Bory) Howe 1920. (1) Se recolectaron en Mano de León; (2) en El Mogote; (3) en la Isla Espíritu Santo, estas tres localidades se ubican dentro de la Bahía de La Paz. (4) Se recolectaron en Santispac, que se ubica en Bahía Concepción. Todas las algas fueron recolectadas en el mismo año, durante el mes de mayo, época en que presentaron su mayor abundancia.

### Método de recolecta

Las algas se obtuvieron de las zonas intermareal y submareal de cada una de las localidades. Se recolectaron manualmente por medio de buceo libre, o equipo SCUBA cuando se encontraban a profundidades mayores a tres metros. En cada manto se llevó a cabo una poda parcial de la especie de interés. Las algas se secaron al sol sobre una superficie dura y limpia. Las algas secas se limpiaron de epífitas, conchas y material extraño, posteriormente se molieron en un molino de cuchillas con criba de 2 mm.

### Análisis químicos

Una vez secas y molidas, cada especie de alga fue sometida a las siguientes determinaciones químicas, que se realizaron por triplicado: Análisis químico proximal en cuanto a humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, según A.O.A.C. (13), fibra cruda con el método No. 962.09 del A.O.A.C (13), el extracto no nitrogenado se obtuvo por diferencia. La energía bruta se determinó utilizando la bomba calorimétrica de Parr, la digestibilidad *in vitro* de la proteína por un método multienzimático (14), minerales: Ca, Na, K, Mg, Cu, Zn y Fe por absorción atómica mediante el método No. 968.08 del A.O.A.C. (13) y P por el método colorimétrico (13).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido de humedad en las algas secas y molidas es un dato muy importante, ya que está muy relacionado con la técnica de secado empleada así como con la conservación del alga. Para que un producto pueda ser almacenado por largo tiempo, y disminuir la posible presencia de bacterias y hongos que podrían alterar su calidad a través de la descomposición, el contenido de humedad debe ser bajo. En este caso, los valores de humedad que se obtuvieron, fueron en todos los casos menores a un 11%, valor que se considera apropiado para la preservación de las algas. Por lo tanto, se puede decir que con la técnica de secado al sol, sobre una base de cemento, se obtuvieron productos que pueden ser almacenados, en condiciones apropiadas, por largo tiempo.

Aguilera (15) demostró que al usar esta técnica de secado en *Enteromorpha spp.* no se incrementó el contenido de coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos aerobios, cuyos valores estuvieron por debajo de la norma sanitaria. Respecto a la calidad sanitaria de las algas aunque no se realizaron análisis microbiológicos se puede considerar que esta es buena ya que en las localidades de Bahía Concepción y Bahía de La Paz donde fueron recolectadas no existen asentamientos humanos, ni se desarrollan actividades agrícolas o industriales que pudieran verter contaminantes al mar.

Factores antinutricios como taninos, alcaloides, glúcidos cianogénicos y saponinas que podrían afectar la digestibilidad, han sido determinados por otros autores (15-17) en *Sargassum spp.*, *S. sinicola* y *Enteromorpha spp.* encontrándolos de escasos a nulos, por lo que consideraron que no representan ningún riesgo para el consumo humano y animal.

En cuanto a la proteína, en la Tabla 1 se observa que las algas verdes presentaron, en general, los valores más altos. Johnston (18) informa hasta un 32.3% de proteína materia seca en *Enteromorpha compressa* y 30.8% en *Ulva thuretii*. Del grupo de las algas rojas destacó notablemente en esta fracción química, *L. johnstonii*. Jensen (3) señala un intervalo similar al encontrado en este trabajo, para algas verdes y rojas. Respecto a las algas pardas, aunque éstas generalmente no se distinguen por su contenido de proteína, los valores encontrados en las especies estudiadas están dentro de lo informado por otros autores para este grupo (8,10,19). Otros autores (6,11,12) concuerdan con el hecho de que las algas verdes presentan, en general, un mayor contenido de proteína y por lo tanto constituyen una mejor fuente de este nutrimento con respecto a los otros grupos. Como referencia se puede decir que su contenido es similar al de algunos cereales como el maíz, trigo y avena (7%-15%) (20) y superior a ingredientes usados en la alimentación animal como una paja (3%) y similar al heno (13%-17%) (21).

La digestibilidad de la proteína en todos los casos resultó superior al 70% (Tabla 1), lo que indica que las proteínas de estas algas tienen una buena digestibilidad y coincide con lo señalado por otros autores (11,22).

El extracto etéreo (el cual comprende a las grasas, vitaminas y pigmentos) en general fue bajo en los tres grupos de algas. Destacando en forma individual, por su mayor contenido, las algas *L. johnstonii* y *C. sertularoides*. Los datos obtenidos en las algas pardas concuerdan con los informados por otros autores (9,10,12,23). Las rodofitas contienen también pequeñas cantidades, menores al 3% (18,24). En cuanto a las clorofíceas, Johnston (18) informa un contenido de grasa de 0.5% en *Enteromorpha spp.* El contenido de grasa en las algas es similar al de cereales (arroz y centeno) y leguminosas (frijol, garbanzo y haba) que tienen menos de un 2% (20).

TABLA 1  
Composición aproximada de doce especies de algas marinas de Baja California Sur, México (g/100g de harina algal)

	Humedad	Proteína cruda	Extracto etéreo	Fibra cruda	Cenizas	Extracto libre nitrógeno	Energía bruta	Digestibilidad proteica
Verdes								
<i>Ulva spp.</i>	10.58±0.20	11.40±0.09	0.54±0.07	5.11±0.18	46.62±0.20	25.75	1241±0.05	85.79±0.57
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	8.67±0.04	10.51±0.13	0.67±0.08	4.66±0.19	55.14±0.20	20.35	1162±0.03	72.76±1.77
<i>Caulerpa sertularoides</i>	8.48±0.20	11.27±0.07	5.12±0.20	13.50±0.20	38.50±0.19	23.13	2282±0.04	83.99±1.40
<i>Bryopsis hypnoides</i>	6.97±0.24	8.37±0.18	0.92±0.09	12.53±0.33	50.70±0.00	20.51	1550±0.02	79.93±0.57
Rojas								
<i>Laurencia johnstonii</i>	10.39±0.20	17.67±0.18	2.56±0.16	6.14±0.14	38.36±0.11	24.88	2578±0.06	83.13±0.23
<i>Spyridia filamentosa</i>	8.39±0.16	6.90±0.00	0.42±0.02	3.89±0.12	35.84±0.07	44.56	3395±0.14	74.03±0.31
<i>Hypnea valentiae</i>	8.36±0.24	6.57±0.19	0.45±0.05	3.97±0.09	47.78±0.19	32.87	1543±0.03	83.11±0.95
Cafés								
<i>Sargassum sinicola</i>	9.34±0.17	6.97±0.02	0.63±0.04	6.46±0.28	38.33±0.40	38.27	2008±0.06	90.79±0.91
<i>Sargassum herporizum</i>	8.18±0.03	5.12±0.06	0.63±0.04	5.82±0.19	36.70±0.05	43.55	2189±0.03	75.26±0.70
<i>Padina durvillaei</i>	7.89±0.01	5.24±0.04	0.69±0.03	7.57±0.11	34.43±0.07	44.18	2064±0.04	72.33±0.64
<i>Colpomenia sinuosa</i>	5.48±0.16	3.13±0.02	0.60±0.04	6.60±0.04	62.57±0.01	21.62	2860±0.04	75.86±0.42
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	4.66±0.03	3.57±0.01	0.52±0.08	4.73±0.03	63.74±0.16	22.78	1876±0.08	75.26±0.78

La cantidad de fibra cruda encontrada en las especies estudiadas varió de 3.9% a 13.5%, sin embargo, se debe considerar que este aporte es subestimado por el método utilizado, ya que las algas contienen un porcentaje elevado de fibra soluble (16), por lo que sería recomendable analizarla como fibra dietaria. Como referencia se puede mencionar que alimentos para consumo humano, como las hojuelas de avena tienen 7% y el germen de trigo 14%, leguminosas como el frijol, el garbanzo y las alubias tienen aproximadamente 5% (20). Algunos ingredientes empleados frecuentemente en la alimentación animal y considerados altamente fibrosos como el heno de alfalfa y de avena tienen entre 25% y 35% (21).

Por otra parte, resultó notable el alto contenido de materia inorgánica que presentaron tanto las algas cafés como las verdes. Esto es algo muy común en tales organismos debido al medio marino en que se desarrollan, que es rico en elementos minerales y a la gran capacidad que tienen las algas de almacenarlos (2,25). Los valores obtenidos en las algas pardas fueron cercanos a los mencionados por otros autores (8,10,12,26). En cuanto a las algas verdes el contenido de materia inorgánica en *Enteromorpha intestinalis* resultó muy superior al informado por Johnston (18) para *Enteromorpha sp.* (16.5%). Piña et. al. (6), señalan un contenido de 26.01% para *Ulva fasciata*, mientras que Castro et al. (11) mencionan 53.2% para *U. lactuca*. Ingredientes para consumo animal como el heno de alfalfa y el de avena tienen aproximadamente 8% de cenizas, la paja de trigo 11% y una harina de pescado 24% (21).

Otra fracción química que también resultó muy elevada en todos los grupos algales fue el extracto libre de nitrógeno,

el cual comprende principalmente carbohidratos solubles, como el almidón y azúcares pero también incluye una considerable cantidad de ácido algínico, agar y carragenanos (27,28). Los carbohidratos como el almidón, manitol y laminarina pueden ser fácilmente utilizados por humanos y animales debido al tipo de enlace alfa-glicósido 1,4 y 1,6, así como beta 1,3 que poseen. El ácido algínico, agar y carragenanos que tienen enlaces alfa y beta 1,3 y beta 1,4 solo pueden ser utilizados por aquellas especies animales que poseen enzimas específicas para romperlos (28,29).

Respecto al valor calórico, aunque el método utilizado para determinar el aporte energético en las algas lo sobrestima porque no considera la biodisponibilidad de los carbohidratos, los resultados obtenidos en este trabajo en general son bajos, excepto en *L. johnstonii*, *S. filamentosa* y *C. sinuosa*. Este bajo contenido calórico en las algas seguramente ha sido un factor muy importante que ha influido en las culturas orientales para favorecer el consumo de estas plantas (2). Alimentos para consumo humano como los cereales y las leguminosas aportan aproximadamente 3700 kcal/g (20).

Por lo que se refiere a la composición mineral en las especies estudiadas, el calcio resultó ser uno de los elementos mayoritarios en las algas (Tabla 2). El contenido de este mineral estuvo dentro de los valores informados por otros autores (6,9,11,12). Como referencia se puede decir que alimentos como la leche fresca de vaca, contienen aproximadamente 0.12%, la sardina en aceite 0.30% (20) y la harina de alfalfa 1.8% (30).

TABLE 2  
Composición mineral de algas marinas de Baja California Sur, México (g/100g de harina algal)

Especies	Calcio	Fósforo	Sodio	Potasio	Magnesio
Verdes					
<i>Ulva spp.</i>	5.80	0.52	2.19	2.50	4.54
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	5.10	0.52	3.51	2.24	3.30
<i>Caulerpa sertularoides</i>	6.35	0.53	13.44	1.18	1.18
<i>Bryopsis hypnoides</i>	9.77	1.03	8.58	6.42	1.52
Rojas					
<i>Laurencia johnstonii</i>	13.20	0.51	1.76	7.96	1.12
<i>Spyridia filamentosa</i>	6.49	0.52	3.09	1.81	5.40
<i>Hypnea valentiae</i>	1.80	0.51	15.77	3.37	1.01
Cafés					
<i>Sargassum sinicola</i>	7.28	0.50	3.20	5.59	1.39
<i>Sargassum herporizum</i>	6.74	0.53	3.44	3.91	1.40
<i>Padina durvillaei</i>	5.56	0.51	2.30	6.54	1.79
<i>Colpomenia sinuosa</i>	6.82	0.51	14.75	20.32	1.59
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	6.96	0.51	12.69	20.56	1.27

La concentración de fósforo encontrada en las algas estudiadas varió entre 0.50% y 1.03%. Etcheverry y López (26), Boda (23) y Castro et al. (9), han informado concentraciones de 0.1-5.5 g/100g en las algas pardas. En las verdes Johnston (18), Castro et al. (11) y Piña et al. (6) señalan una concentración de 0.03%-0.5%. Las cantidades encontradas en el presente estudio son similares a las del espárrago y la coliflor y superiores a las del aguacate, apio, calabaza y chayote (20). Bondi (21) informa un contenido de 0.21% en el heno de alfalfa y en la harina de pescado 2.7%, ingredientes comunes en la alimentación animal.

El sodio resultó ser uno de los elementos minerales que mayor concentración y variación presentó en las algas. En algas pardas como *Macrocystis* se han informado concentraciones de hasta 3.42% a 7.1% (26), en *S. sinicola* 3.8% y en *A. nodosum* 3.5% (11). Aun cuando las cantidades de sodio obtenidas en el presente son altas, alimentos como el atún en aceite (0.80%) y la sardina en aceite (0.51%), son consumido frecuentemente sin representar problema alguno, mientras no se llegue a un exceso. La mayoría de los granos y concentrados proteínicos empleados en la alimentación animal son bajos en este elemento, contienen entre 0.01% y 0.06%, los forrajes entre 0.007% y 0.12% (30).

El potasio también presentó altas concentraciones, sobre todo en las algas pardas, lo que es común en ellas (18,26,31). Los granos contienen 0.3% a 0.8%, productos vegetales 1.0% a 5%, productos de origen animal 0.3% a 2% como la leche, el pescado y las carnes rojas (20,30).

En cuanto al magnesio las concentraciones encontradas se consideran altas en relación a otras algas como *M. pyrifera*

que tienen 0.79%-0.82% (18,26), a alimentos como la avena (0.15%), la cebada (0.12%) y el frijol (0.14%); y a la que aportan la mayoría de las verduras. Suplementos de origen animal aportan entre 0.11% y 1.22% (30).

Los valores de hierro encontrados en las algas variaron entre 204 ppm en *Hydroclathrus clathratus* 787 ppm en *Enteromorpha intestinalis*, estos son superiores o similares a fuentes que se consideran ricas en este elemento traza como los cereales que tienen de 16-60 ppm (20,30) o harinas de carne y de pescado (400-600 ppm) (34).

El contenido de cobre varió de 47 a 62 ppm, valores superiores a los informados para productos considerados ricos en este elemento como crustáceos, moluscos, hígado de res y de cordero y nueces (34).

Las concentraciones de zinc halladas en este estudio hacen de estas algas una excelente fuente de este mineral. Alimentos ricos en Zn como la avena, algunas leguminosas (garbanzo, frijol, haba, lenteja, semillas de soya) y carnes contienen de 28 a 49 ppm (20).

TABLE 3  
Microelementos presentes en algas marinas de Baja California Sur, México (mg/kg de harina algal)

Especies	Zinc	Cobre	Hierro
Verdes			
<i>Ulva spp.</i>	51	62	376
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	45	61	787
<i>Caulerpa sertularoides</i>	24	62	419
<i>Bryopsis hypnoides</i>	30	47	372
Rojas			
<i>Laurencia johnstonii</i>	19	47	420
<i>Spyridia filamentosa</i>	19	47	375
<i>Hypnea valentiae</i>	11	47	417
Cafés			
<i>Sargassum sinicola</i>	32	47	419
<i>Sargassum herporizum</i>	50	47	458
<i>Padina durvillaei</i>	11	61	455
<i>Colpomenia sinuosa</i>	9	61	397
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	30	47	204

En todos los grupos algales, las variaciones en el contenido de cada uno de los componentes analizados resultó ser muy amplia incluso dentro de un mismo grupo, debido a que la composición química de las algas varía según el grupo taxonómico y en función de factores ambientales, geográficos y variaciones fisiológicas (35). Sin embargo, hay aspectos que resultaron ser comunes en todas las especies estudiadas. Tienen un bajo contenido de proteína y energía pero un alto contenido de minerales y metales traza así como un alto contenido de carbohidratos.

Son numerosas las aplicaciones y los posibles beneficios de las macroalgas marinas en la alimentación humana y ani-

mal (35). Además de las ya mencionadas se puede decir que los minerales, presentes en las algas marinas no solo se encuentran en elevadas cantidades sino que también, de acuerdo con Stephenson (33) y Jiménez (35), tienen una alta disponibilidad biológica debido a su origen orgánico y a que se encuentran en combinación natural con almidones, azúcares y carbohidratos de las mismas algas. Algunas de ellas, han reportado efectos antihelminéticos (24), otras como *Porphyra*, *Sargassum muticum* y *S. Vulgare* reducen en algunos animales las concentraciones plasmáticas de colesterol, al parecer por el tipo de esteroides que estas poseen (ej. colesterol y fucosterol) (24). *Ulva lactuca*, *S. sinicola* y otras algas han demostrado reducir el contenido de colesterol en el huevo (36,37). El sarganin, sustancia antibiótica presente en *S. natans*, ha mostrado efectividad para reducir la mortalidad de pollos infectados con *Salmonella gallinarum* (24).

Por todas estas propiedades, así como otras que no han sido consideradas en este estudio pero de las cuales existen referencias, se puede decir que las algas marinas constituyen un recurso potencial del cual se podrían obtener enormes beneficios tanto para la nutrición humana como animal. Sin embargo, existe una creciente necesidad de ampliar las investigaciones en esta área y sobre estos recursos y existe el compromiso de hacer llegar a la mayor parte de la población de cada país los conocimientos científicos que se están generando día a día, para que ellos también puedan obtener los beneficios a la salud y a la nutrición, que aportan estos recursos que hasta la fecha no han sido utilizados cabalmente

## REFERENCIAS

- Jensen A. The nutritive value of seaweed meal for domestic animals. Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium. August 8-12, 1971. Sapporo, Japón. John Wiley and Sons (Eds). USA. 1972;7-14 pp.
- Chapman VJ and Chapman DJ. Seaweeds and their Uses. Chapman and Hall, Third edition, London, 1980;334 pp.
- Jensen A. Present and future needs for algae and algal products. Hydrobiologia 1993;260/261:15-23.
- Zertuche GJ. Situación actual de la industria de las macroalgas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe. FAO Documento de campo No. 13, México 1993;5-15.
- Casas VM, Núñez LR, Cruz AM, Sánchez RI, Vázquez BR and López GE. Biodiversity and biogeographic affinities of bioalgal flora of Baja California Sur: A synthesis of the literature. 273-282. In: Munawar M, I. F. Munawar and D. F. Malley (eds.) Aquatic Ecosystem of Mexico. Status & Scope. Backuys Publishers 2000;435 pp.
- Piña PC, Ortega MM y Landeros D. Contribución al estudio de la composición química del alga mexicana *Ulva fasciata* Delile. An Inst Biol. Serie Botánica, UNAM. 1983;54:243-246.
- De la Lanza G, Ortega MM, Laparra JL, Carrillo MR y Godínez JL. Análisis químico de metales pesados en algas marinas de Baja California. Anales del Instituto de Biología, UNAM. México D.F. 1989;59(1):89-102.
- Rodríguez ME and Hernández CG. Seasonal and geographic variations of *Macrocystis pyrifera* chemical composition at the Western coast of Baja California. Ciencias Marinas 1991;17(3):91-107.
- Castro GM, Carrillo DS, Pérez-Gil F, Manzano R and Rosales E. *Macrocystis pyrifera* potential resource for animal feeding. Cuban J Agr Sci. 1991;25:77-84.
- Castro GM, Carrillo DS and Pérez-Gil F. Chemical composition of *Macrocystis pyrifera* (Giant Sargazo) collected in summer and winter and its possible use in animal feeding. Ciencias Marinas 1994;20(1):33-40.
- Castro GM, Pérez-Gil F, Pérez ES, and Carrillo DS. Chemical composition of the green alga, *Ulva lactuca*. Ciencias Marinas 1996;22(2):205-213.
- Carrillo DS, Castro GM, Pérez-Gil F, Rosales E and Manzano RE. The seaweed (*Sargassum sinicola* Setchel & Gardner) as an alternative for animal feeding. Cuban J Agric Sci. 1992;26:177-184.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
- Hsu HW, Vavak DL, Saterlee LD and Miller GA. Multienzyme technique for estimating protein digestibility. J Food Sci. 1977;42:1269-1273.
- Aguilera MM. Evaluación química, microbiológica y toxicológica de *Enteromorpha spp.* como fuente potencial de alimento. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México. 1999;100 pp.
- Marín AA. Utilización del alga *Sargassum spp.* como complemento alimenticio de ganado ovino. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México. 1999;86 pp.
- Manzano MR y Rosales GE. Aprovechamiento de las algas marinas *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.* en la alimentación humana y animal. Tesis Profesional, Facultad de Química, Universidad La Salle, México, D.F. 1989;106 pp.
- Johnston HW. The biological and economic importance of algae. Part 2. Tatuara 1966;14:30-63.
- Rojkind AR. Algas marinas bentónicas como suplemento en la alimentación animal. 2. Ensayos con bovinos. Revisión bibliográfica. Centro de Investigación en Biología Marina. Contribución técnica No.21. Buenos Aires, Argentina, 1979;9 pp.
- Chávez MM, Chávez VA, Roldán AJ, Ledesma SJ, Mendoza ME, Pérez-Gil F, Hernández CS, Chaparro FA. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica. Edición Internacional. Instituto Nacional de la Nutrición, Instituto Nacional de Cancerología, Editorial Pax, México. 1996.
- Bondi A. Animal Nutrition. John Wiley and Sons. Great Britain. 1987;540 pp.
- Cooper MJ. The Sea Vegetable Book. Foraging and Cooking Seaweed. Clarkson N. Potter, Inc. Publishers, New York. 1977;24-27.

23. Boda K. Nonconventional Feedstuffs in the Nutrition of Farm Animals. Elsevier, Czechoslovakia. 1990;258 pp.
24. Hoppe HA. Marine algae and their products and constituents in pharmacy. In: Marine Algae in Pharmaceutical Science. Edited by H. A. Hoppe, T. Levring and Y. Tanaka. 1979;pp.25-39, 54-93. Walter de Gruyter and Co., Berlín.
25. Lobban C and Harrison P. Seaweeds ecology and Physiology. Cambridge Press University, England. 1994;366 pp.
26. Etcheverry H y López GL. Estudios químicos en *Macrocystis pyrifera* (L) AG. constituyentes inorgánicos y orgánicos. Rev Biol Marina. 1982;18(1):73-79.
27. Englyst HN, Quigley ME and Hudson GJ. Definition and measurement of dietary fibre. European J Clin Nut. 1995;49,Suppl.3:S48-S62.
28. Klasing KC. Comparative Avian Nutrition. CAB International, London. 1998;350 pp.
29. Percival E and McDowell RH. Algal Polysaccharides. In: Dey P.M. and Harborne J. B. Methods in Plant Biochemistry. Vol.2. Carbohydrates, Academic Press, London, U.S.A. 1990.
30. McDowell LR. Minerals in animal and human nutrition. Academic Press, Inc. U.S.A. 1992;524 pp.
31. Rojkind AR. Algas marinas bentánicas como suplemento en la alimentación animal. 1. Ensayos con pollos y gallinas ponedoras. Revisión bibliográfica. Centro de Investigación en Biología Marina, Contribución técnica No.19. Buenos Aires, Argentina 1977;24 pp.
32. Puls R. Mineral levels in Animal Health. Diagnostic data. Sherpa International, Canadá. 1990;240 pp.
33. Stephenson WA. Seaweed in Agriculture and Horticulture. Bargyla and Glyver Rateaver Editors, Second edition, U.S.A. 1974;231 pp.
34. Underwood EJ. Trace elements in human and animal nutrition. Fourth edition. Academic Press, U.S.A. 1977;545 pp.
35. Jiménez EA, Goñi CI. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. Arch Latinoamer Nut. 1999;49:114-120.
36. Ramos RF, Carrillo DS, Pérez-Gil F, Avila GE, Carranco JM y Castillo DR. Modificación en el contenido de colesterol en el huevo al incluir las algas marinas *Macrocystis pyrifera* y *Ulva spp.* en la ración de ponedoras. Memorias XXIII Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. 6-9 mayo de 1998. Puerto Vallarta, Jalisco, México. 1998;202-204.
37. Rodríguez RH. Manejo de alternativas alimenticias para aves de postura destinadas a la obtención de huevos con bajo contenido de colesterol. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, México. 2000.

Recibido: 06-09-2001

Aceptado: 28-06-2002

## Concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio en leche materna y fórmulas de inicio

*E.M. Rodríguez Rodríguez, M. Sanz Alaejos y C. Díaz Romero*

Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Universidad de La Laguna, La Laguna, Tenerife, España

**RESUMEN.** Se han determinado las concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio en 55 leches de madres canarias y en 5 marcas de fórmulas infantiles en polvo. Los datos obtenidos estaban dentro de los intervalos normales de cada tipo de leche. Las concentraciones medias de Ca, Mg, Na y K de las fórmulas infantiles fueron mayores que las de las leches maternas. Se han detectado diferencias significativas entre las concentraciones medias de Ca, Mg y Na en las distintas muestras de leche materna. Sólo la ingesta de Ca, de niños alimentados con leche materna, fue inferior a lo recomendado por el Food and Nutrition Board (1). Sin embargo, los niños alimentados con fórmula comercial consumieron cantidades adecuadas de todos los metales estudiados. Se ha observado una disminución progresiva de las concentraciones de Na, K y Ca a lo largo del período de lactación. La edad materna, número y sexo de los hijos previos no afectaron significativamente a la concentración de los metales.

**Palabras clave:** Metales, leche materna, fórmulas de inicio.

### **SUMMARY. Concentrations of calcium, magnesium, sodium and potassium in human milk and infant formulas.**

Concentrations of calcium, magnesium, sodium and potassium were determined in 55 samples of mature human milk from Canary women and 5 samples of powdered infant formula. According to the literature our data fell within the normal intervals described for each kind of milk. The mean concentration of Ca, Mg, Na y K of powdered infant formula was higher than those concentrations found in the human milks. Significant differences among the concentrations of Ca, Mg and Na for the milks of the considered mothers were observed. Only the Ca intakes for infants fed with human milk were lower than those requirements recommended by the Food and Nutrition Board (1989). However, the infants fed with powdered infant formula had an adequate intake of all the studied metals. A progressive decrease of the Na, K and Ca concentrations with the lactation stage was observed. Maternal age, parity and sex of the newborns did not affect the metal concentrations significantly.

**Key words:** Metals, human milk, powdered infant formula.

### INTRODUCCION

La leche materna y las fórmulas lácteas de inicio tienen gran importancia en nutrición infantil ya que son la única fuente de alimento para la mayoría de niños durante los primeros meses de vida. Hay un interés creciente por el estudio de los minerales en la nutrición humana, particularmente de niños. Así, es esencial determinar los contenidos de minerales en leche materna y en fórmulas infantiles, para que sabiendo la cantidad de leche ingerida poder determinar las ingestas de los elementos esenciales. También, es interesante considerar su diferente biodisponibilidad tanto en la leche materna como en las fórmulas comerciales, las cuales están basadas generalmente en leche de vaca modificada para asemejarse en la medida de lo posible a la leche humana (2-4).

Los minerales presentes en la leche se clasifican en macro- y micro-elementos. Entre los macroelementos se incluyen Na, K, Cl, Ca, Mg y P. El Ca es esencial para la construcción del esqueleto, por lo que tiene gran importancia durante toda la infancia y la adolescencia. También, muchos científicos

parecen coincidir en que una ingesta adecuada de Ca durante las primeras etapas de vida es decisivo en la prevención de la osteoporosis (5). Los cationes electrolíticos (Na y K) constituyen la bomba de Na-K en la membrana celular, la cual juega un papel importante en el metabolismo. También se ha sugerido que la ingesta precoz elevada de Na predispone a padecer hipertensión (6). Por ello, la determinación de las concentraciones de Na y K en la leche materna y en las fórmulas infantiles es de gran interés médico.

Tanto en la leche materna como en las fórmulas lácteas, el Na y el K están en la fracción acuosa. Sin embargo, la presencia de Ca y Mg en la leche materna difiere de la fórmula infantil, no sólo en las cantidades, sino también en las especies químicas constituyentes. Esto se debe a diferencias en la fracción proteica de la leche humana y la de vaca. Así, el Ca y el Mg de las leches infantiles se asocian principalmente a la caseína (7). Sin embargo, en la leche humana una proporción relativamente elevada de Ca ( $\approx 16\%$ ) está formando parte de la fracción lipídica. En la fracción acuosa, la mayoría del Ca y el Mg están asociados con las proteínas del suero o con compuestos de bajo peso molecular. En la

leche de humana hay poco Ca ligado a la caseína (8-9). Estas diferencias en la estructura química de las especies constituyentes del contenido en Ca de las leches explican la elevada biodisponibilidad del Ca de la leche humana. Poiffait y Adrian (3) indican que el Ca de la leche humana es más biodisponible que el de la leche de vaca, debido probablemente al mayor contenido de Ca libre. Sin embargo, Shen et al. (10) encuentran que la biodisponibilidad del Ca no varía significativamente entre la leche de vaca, la humana y la de cabra, y que se encuentra entre 18% y 23%.

En este trabajo, se determinan las concentraciones de Ca, Mg, Na y K en leche de madres canarias y en fórmulas infantiles. Se comparan las ingestas de los lactantes alimentados con leche materna y con las fórmulas infantiles. También se estudian las posibles influencias del estado de lactación, la estación del año, y las propias diferencias entre las madres sobre las concentraciones de estos metales en la leche.

## MATERIAL Y METODOS

### Aparatos

Espectrofotómetro de absorción atómica Varian Spectra AA-10 Plus equipado con lámpara con sistema de corrección de fondo de  $D_2$ . El Ca y el Mg se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando una llama de acetileno-óxido nítrico y de aire-acetileno para Ca y Mg, respectivamente. El Na y el K se determinaron por espectrometría de emisión utilizando una llama de aire-acetileno. Las condiciones de trabajo fueron las adecuadas para cada técnica y cada elemento.

### Reactivos y disoluciones

Las disoluciones standard de Ca, Mg, Na y K (g/l) fueron suministradas por Panreac (Pro AAS). Los estándares de trabajo se prepararon por dilución de estas disoluciones con agua milli-Q (Milipore-Super-Q system). Los ácidos nítrico y perclórico fueron de calidad analítica. Todo el material de laboratorio se lavó con ácido nítrico al 10% y luego se enjuagó repetidas veces con agua milli-Q.

### Muestras de leche

**Leche materna:** Se recogieron muestras de leche de 11 madres sanas voluntarias (21-35 años de edad) residentes en Tenerife, durante el intervalo 1994-1996. Las muestras se recogieron a lo largo de un período de 2 semanas a 5 meses *post partum* (leche madura) cada 15 días si era posible. Cada muestra incluye una mezcla de las fracciones inicial y final de varias tomas representativas del día.

**Fórmula infantil en polvo:** Se adquirieron tres muestras de 5 marcas diferentes de fórmulas infantiles en polvo para niños menores de seis meses, comercializadas en España, en

supermercados en Tenerife. Los procedimientos de muestreo y almacenaje están descritos en un trabajo previo (11).

### Preparación de la muestra

Tres ml de leche (o 0,39 g de fórmula infantil en polvo) y 10 ml de la mezcla ácida  $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$  (9:1) se dispusieron en un vaso de precipitados tapado y se dejaron reposar toda la noche. A la mañana siguiente, se calentó lentamente esta mezcla ácida en una placa calefactora a 160-170°C hasta aparición de humos de  $\text{HClO}_4$ . Esta disolución se transfirió cuantitativamente a un matraz aforado y se aforó a 10 ml con agua milli-Q. Después esta disolución se diluyó diez veces con cloruro de lantano para obtener una concentración final de 10 g/l en lantano, con objeto de eliminar la interferencia causada por la ionización en la llama.

La exactitud se comprobó analizando un suero de referencia certificado (Seronorm™ Trace Elements Serum; SERO AS N-1375 Billingstad, Norway) que indicaba valores recomendados de 3200, 158, 89 y 20,0 mg/l para Na, K, Ca y Mg, respectivamente. Las recuperaciones obtenidas en nueve ensayos fueron 98,6±3,25% para Na, 100,7±3,05% para K, 99,7±3,9% para Ca, y 99,2±3,3% para Mg. La precisión se determinó analizando una mezcla de nueve muestras iguales de suero obteniendo coeficientes de variación de 4,1%, 3,1%, 3,9 y 33% (dentro de un día) para Na, K, Ca y Mg respectivamente.

### Estudio estadístico

Todos los análisis estadísticos han sido realizados usando el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 10.0. Se aplicó el Test de Kolmogorov-Smirnov para evaluar si las variables tenían una distribución normal. A continuación se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) a todas las variables cuantitativas estudiadas para comparar los valores medios obtenidos, considerando que existen diferencias significativas entre los valores medios cuando la comparación estadística daba valores de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las concentraciones medias de Ca, Mg, Na y K en leche materna y fórmula infantil de inicio para todas las muestras y de cada madre se recogen en la Tabla 1. Se detectan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las concentraciones medias de Ca, Mg y Na para las muestras dadas por las 11 madres consideradas, lo cual está de acuerdo con Anderson (5) y Arnaud et al. (12). Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas para el K.

TABLA 1  
Concentraciones medias y desviaciones estándar de Na, K, Ca y Mg

Leche	Edad	N	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
A) Materna						
1	29	2	92,65±5,02	503,9±21,7	372,6±59,0	39,65±0,35
2	21	2	292,9±111	682,3±16,9	315,0±2,0	35,40±3,25
3	33	11	109,4±27,7	647,7±73,2	317,2±37,8	49,78±6,06
4	31	8	130,5±21,8	645,5±115	291,0±21,8	48,69±2,67
5	32	8	116,5±37,7	570,0±151	312,2±42,3	34,48±9,70
6	35	7	135,5±60,8	641,0±146,9	320,5±38,5	37,80±7,70
7	26	6	147,4±71,2	524,3±106	308,8±28,8	31,58±6,22
8	28	5	277,7±44,7	550,0±65,1	372,2±28,8	37,62±3,81
9	30	2	198,6±37,5	578,0±39,7	220,1±10,2	21,95±2,05
10	32	3	412,4±66,8	555,1±183	242,4±67,1	40,03±12,6
11	27	1	338,8	756,7	414,2	42,80
Total		55	162,8±90,1 (49-906)	602,7±118,5 (323-864)	313,3±52,9 (196-414)	40,11±9,75 (21-60)
B) Fórmula infantil en polvo						
1		1	274,1	777,2	735	36,3
2		1	296,3	866,3	789	71,8
3		1	153,7	741,5	524	12,1
4		1	213,0	663,1	848	51,9
5		1	178,7	787,9	445	33,7
Total		5	223,2±60,9 (153-296)	767,2±73,9 (663-866)	668,3±205,4 (445-848)	41,2±22,3 (2-72)

Entre paréntesis, mínimo-máximo.

Las diferencias individuales en la concentración de Ca, Mg y K en la leche humana no pueden explicarse como consecuencia de las diferencias en la ingesta materna. Se ha indicado que las ingestas de Na y Mg de la madre no afectan a la concentración de Na (13-15) y de Mg (16-18) en la leche. Análogamente, la concentración de Ca en la leche materna no depende de la ingesta de Ca en madres bien nutridas (18-23). Así, los hijos de madres de Nepal, con ingestas insuficientes de Ca ( $\approx 40\%$  de las recomendaciones dietéticas) (1) tuvieron un crecimiento normal. La resorción ósea se produce en las madres para mantener la concentración láctea de Ca (22). Por el contrario, Greer et al. (16) encontraron una correlación positiva entre la ingesta materna de Ca y la concentración de Ca en la leche. La leche de madres africanas contiene concentraciones menores de Ca que las del Reino Unido, estas últimas con ingestas superiores de este elemento (24,25). Por todo esto, deben existir otros factores no identificados que causan diferencias importantes entre la leche materna de distintas madres (24-26).

Comparando estadísticamente los valores de leche materna con los de las fórmulas infantiles en polvo, se observa que las concentraciones medias de Ca y K en las fórmulas son significativamente ( $p < 0.05$ ) mayores que las encontradas en la leche materna, lo cual es la consecuencia obvia de las

mayores concentraciones de Ca y K en las leches de vaca empleadas en la elaboración de las fórmulas infantiles. También las concentraciones de Mg y Na en las fórmulas infantiles son mayores que en la leche materna, aunque en este caso las diferencias no son significativas. La concentración menor de Ca en leche humana con respecto a la leche de vaca puede explicar la mayor biodisponibilidad del Fe en la leche humana (27). Así, el marcado efecto inhibitorio del Ca sobre la absorción del Fe debería tenerse en cuenta al diseñar fórmulas lácteas infantiles para alcanzar un balance óptimo en los contenidos de Ca y Fe (27).

La mineralización ósea es similar en niños alimentados de modo natural o con fórmulas, como observan Hillman et al. (28) y Mimouni et al. (29) Así, la concentración de Ca en las fórmulas podría reducirse a niveles próximos a los de la leche humana comprobando que la homeostasis y la mineralización ósea sean adecuadas (30). Sin embargo, deben tener en consideración las posibles diferencias en la biodisponibilidad de las especies químicas de Ca presentes en las fórmulas lácteas con respecto a la leche materna.

Las ingestas de Ca, Mg, Na y K de los bebés lactantes alimentados con leche materna y con fórmula infantil se calcularon suponiendo una toma de 750 ml de leche al día. Las fórmulas infantiles cubren las recomendaciones

propuestas por Food and Nutrition Board (1) para Ca, Mg, Na y K en niños entre 0 y 6 meses. También la leche materna cubre las ingestas recomendadas para Na, K y Mg. Sin embargo, la ingesta media de los niños canarios criados con leche materna (234 mg Ca/día) es mucho menor que la ingesta recomendada (400 µg Ca/día) (1).

La Tabla 2 recoge datos sobre las concentraciones de Ca, Mg, Na y K en leche materna y en fórmulas infantiles publicados en otros países. Se observa una gran variación en los datos referidos a las fórmulas infantiles. Esto podría ser debido a procesos de elaboración o a la forma de expresión de los resultados según se considere en peso seco o en leche

reconstituida. Las concentraciones de Na determinadas en leche materna en este trabajo son similares a los valores obtenidos en la misma etapa de lactación en otros países (23) y son menores que los encontrados en USA (34) y Francia (3). La mayoría de los datos referentes al K en leche materna madura publicados entran en el intervalo 450-550 mg/l. Los resultados obtenidos en este trabajo son similares o ligeramente mayores que los referidos por la mayoría de los países (Tabla 2). Por otra parte, las concentraciones de los metales alcalinotérreos son similares o ligeramente superiores (Mg) que la mayoría de los datos encontrados en la literatura.

**TABLA 2**  
Concentraciones y desviaciones estándar (mg/l) de Ca, Mg, Na y K en leche materna y fórmulas infantiles en polvo de diferentes países

País	Na	K	Ca	Mg	N	Descripción	Referencia
<b>A) Leche humana</b>							
España	281±66	680±89	315±72	36,9±8,8	7	7-14 días	Este trabajo
	144±66	530±130	335±67	39,9±10	6	23-30 días	
	110±15	590±81	336±37	46,2±9,1	7	3 meses	
Francia	431,5	719,8	320±40	29,9±5,0	-	3-5 días	(3)
	321,1	629,9	290±30	27,7±2,7	-	8-11 días	
	161	474,7	277±34	38,0±18	-	>30 días	
Reino Unido	-	-	301	-	29	0,5-3 meses	(31)
	-	-	266	-	19	3-6 meses	
Hungría	105±6	554±9	285±6	32,6±0,7	71	3 meses	(23)
Suecia	88±17	548±19	235±13	34,2±2,3	29	3 meses	(23)
Turquía	-	-	-	39,4±6,5	15	-	(32)
Canadá	-	-	232	-	-	1-5 meses	(33)
USA	227±152	527±70	261±44	28±5	13	1 mes	(34)
	264±223	477±79	275±48	32±4	16	2 meses	
	184±139	470±81	270±61	34±5	18	3 meses	
	134±78	430±63	256±42	34±4	15	6 meses	
USA	-	-	243±6	33±1	20	1-6 meses	(22)
Venezuela	-	-	214±62	33,3±5,5	53	3 días (calostro)	(35)
	-	-	292±62	30,4±5,2	36	7 días (transición)	
	-	-	244±49	25,2±3,3	50	21 días (madura)	
Venezuela	-	-	42,5±12,3	25,3±5,7	10	1 mes	(36)
	-	-	43,9±6,8	25,6±5,3	29	2 meses	
	-	-	41,7±5,3	31,1±4,4	21	3 meses	
	-	-	39,2±4,2	30,7±4,5	22	6 meses	
Guatemala	106±49	487±10	303±7	34,1±0,9	81	3 meses	(23)
Filipinas	128±7	469±11	270±6	29,7±0,7	65	3 meses	(23)
Nepal	-	-	264±28	32±3	26	2-6 meses	(22)
Nigeria	87±13	410±42	226±14	29,0±2,6	15	3 meses	(23)
Zaire	120±5	511±10	274±8	37,8±0,9	69	3 meses	(23)
<b>B) Fórmula infantil en polvo</b>							
España	208,2±36	-	55,55±11,4	-	20	-	(37)
España	194±46a	535±68a	441±63a	40,2±12,2a	40	-	(38)
España	223±61	767±74	668±174	41,2±22,2	5	-	Este trabajo
India	0,29±0,06b	0,51±0,19b	-	0,12±0,01b	3	-	(39)
Nigeria	(180-350)c	(410-750)c	(120-600)c	(500-900)c	8	-	(40)
Canadá	-	-	420	-	-	-	(32)
USA	-	-	(492-500)	(40-41)	-	Basada en caseína	(41)
	-	-	(420-470)	(45-53)	-	Basada en suero	

a (mg/kg), b (%), c (mg/g peso seco). Entre paréntesis, mínimo-máximo.

No hay acuerdo sobre la evolución de la concentración de Na y K en la leche materna durante la lactación. Así, Keenan et al. (40) y Nagra (41) indican que durante la lactancia normal madura, las concentraciones de Na y K en la leche materna varían poco o no varían con el estado de lactación. En contraste, Dewey y Lönnerdal (34) y Poiffait y Adrian (3) observan una disminución de la concentración de estos metales con el tiempo de lactación. Las concentraciones de Na y K cambian inversamente con el volumen total de leche secretada; así, el bebé criado con leche materna es protegido de cambios en la cantidad de Na aportada que podrían causar hipo- o hipernatremia (3).

Los cambios en las concentraciones medias y sus desviaciones estándar de Na y K en las muestras de leche materna con el tiempo de lactación se recogen en la Figura 1. Los valores expresados en esta figura representan un promedio de los valores obtenidos para cada uno de los tiempos considerados. Se observa que la concentración media de Na decae significativamente ( $P < 0.05$ ) desde la segunda semana de lactación ( $281 \pm 66$  mg Na/l) hasta la semana décima ( $97 \pm 3$  mg Na/l). Después, la concentración de Na se mantiene relativamente constante hasta la semana 21, observándose entonces una disminución importante en las semanas siguientes. Con respecto a la concentración de K, no se observan tendencias claras durante el tiempo de lactación, sólo un descenso significativo producido en el primer mes de lactación, coincidiendo con lo observado por Atkinson (42).

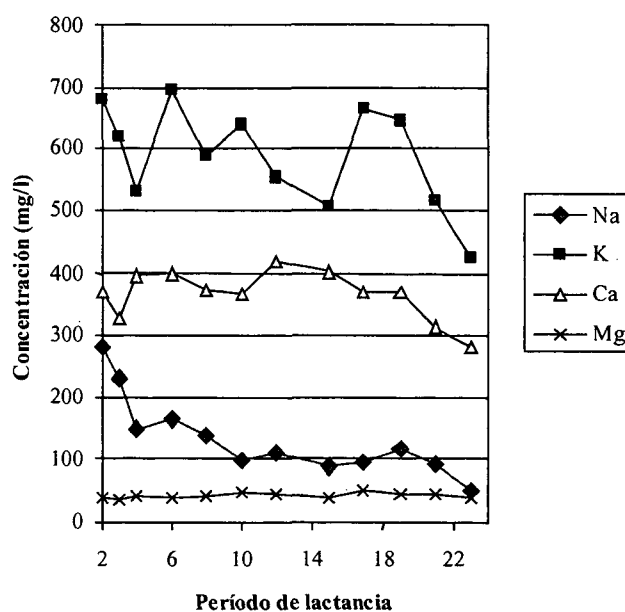
En la Figura 1 también se muestra la evolución de las concentraciones de Ca y Mg en la leche materna con el tiempo de lactación. En el caso del Ca se observan grandes variaciones en su concentración. Así, el contenido disminuye hasta la tercera semana, después de la cuarta semana, la concentración de Ca permanece constante hasta la semana 19 y finalmente vuelve a disminuir significativamente.

Nuestros resultados son comparables a los obtenidos por Suzuki et al. (43). Estos autores encuentran una disminución de la concentración de Ca en la leche de transición y posterior recuperación progresiva en la leche madura. Entre los días 150-200, la concentración de Ca disminuye otra vez. Análogamente, Greer et al. (16) y Karra et al. (17) observan un incremento desde el primer mes al segundo o tercero, y después, una disminución progresiva. También Karra et al. (17,44), Laskey et al. (26), Prentice y Barclay (25), y Vaughan et al. (18) señalan que la concentración de Ca en la leche materna disminuye en estados más tardíos de lactación. Por el contrario, Dewey y Lönnerdal (34), Neville et al. (45) y Poiffait y Adrian (3) no encuentran cambios en la concentración de Ca en la leche materna después del segundo mes de lactación. La concentración de Mg en la leche materna aumenta ligeramente después de la segunda semana de lactación hasta la semana décima, permaneciendo después

relativamente constante. Resultados análogos fueron obtenidos por Dewey y Lönnerdal (34) y Karra et al. (17), quienes observan un pequeño aumento en la concentración de Mg en la leche materna entre los meses primero y tercero, y después esta concentración se mantiene casi constante. También, Suzuki et al. (43) señalan una disminución entre las semanas primera y tercera. Pero el aumento observado en la leche materna madura no coincide con los resultados obtenidos por los primeros autores y por nosotros.

FIGURA 1

Cambios en las concentraciones de Na, K, Ca y Mg en la leche humana con el estado de lactación (semanas)



La edad materna, número de embarazos previos y sexo de los hijos no influyen significativamente en las concentraciones de Na, K, Ca y Mg de la leche materna (25-26). Sin embargo, se observa una disminución de los contenidos de Ca y Na con el número de hijos previos. Las madres más jóvenes (<28 años) presentan concentraciones mayores de Na, K y Ca que las de edad superior a 28 años.

## CONCLUSIONES

Las concentraciones medias de Ca y K de las leches en polvo son significativamente mayores que las de las leches maternas. Las concentraciones medias de Mg y Na son ligeramente mayores en las fórmulas infantiles. Se han detectado diferencias significativas entre las concentraciones de Ca, Mg y Na en las muestras de leche materna. Se ha observado una disminución progresiva de las concentraciones de Na, K y Ca a lo largo del período de lactación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado en parte con ayuda del Gobierno Autónomo de Canarias (Proyecto de investigación No. 22/95). Elena M<sup>a</sup> Rodríguez desea agradecer al Gobierno Autónomo de Canarias la concesión de una beca para realizar la parte experimental de su tesis doctoral. Los autores agradecen a Juan Carlos Guede (Centro de Salud La Vera) por suministrarles las muestras de leche materna.

## REFERENCIAS

1. Food and Nutrition Board. National Research Council. Recommended Dietary Allowances, Subcommittee on the 10th Edition of the RDAs. Washington D.C.: National Academy Press, 1989.
2. Cruz MLA, Tsang RC. En: Tsang RC, Mimouni F (eds). Calcium Nutrition for Mothers and Children, vol. 1, New York: Carnation Nutrition Education Series, Carnation Co., Glendale/Raven Press, Ltd.; 1992.
3. Poiffait A, Adrian J. Composition minérale du lait maternel. 1-macro-éléments. Méd et Nut 1993; 29: 163-171.
4. Santé et Bien-être Social Canada. Recommandations sur la Nutrition. Ottawa, ON: Ministre des approvisionnements et services Canada; 1993.
5. Anderson RR. Variations in major minerals of human milk during de first months of lactation. Nutr Res 1992; 12: 701-711.
6. Guthrie HA. Infant feeding practices. a predisposing factor in hypertension?. Am J Clin Nutr 1968; 21: 863-867.
7. Webb BH, Johnson AH, Alford JH. Fundamentals of Dairy Chemistry, Westport, CT: AVI Press, 1974 pp. 469.
8. Fransson G-B, Lönnerdal B. Distribution of trace elements and minerals in human and cows milk. Pediatr Res 1983; 17: 912-916.
9. Fransson G-B, Lönnerdal B. Iron, copper, zinc, calcium and magnesium in human milk fat. Am J Clin Nutr 1984; 39: 185-189.
10. Shen L, Robberecht H, Van Dael P, Deelstra H. Estimation of the bioavailability of zinc and calcium from human, cow's, goat, and sheep milk by an in vitro method. Biol Trace Elem Res 1995; 49: 107-118.
11. Rodríguez Rodríguez EM, Sanz Alaejos M, Díaz Romero C. Concentration of iron, copper and zinc in human milk and powdered infant formula. Int J Food Sci Nut 2000; 51: 373-380.
12. Arnaud J, Favier A, Alary J. Determination of zinc in human milk by electrothermal atomic absorption spectrometry. J Anal At Spectrom 1991; 6: 647-652.
13. Bates CJ, Tsuchiya H. Zinc in breast milk during prolonged lactation. comparison between the UK and the Gambia. Eur J Clin Nutr 1990; 44: 61-69.
14. De Filippi JP, Kaanders H, Hofman A. Sodium in diet and milk of breastfeeding women. Acta Paediatr Scand 1990; 70: 417-418.
15. Keenan BS, Buzek SW, Garza C, Potts E, Nichols BL. Diurnal and longitudinal variations in human milk sodium and potassium. implication for nutrition and physiology. Am J Clin Nutr 1982; 35: 527-534.
16. Greer FR, Tsang RC, Levin RS, Searcy JE, Wu R, Steichen JJ. Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast-fed infants. longitudinal studies of minerals in human milk and in sera of nursing mothers and their infants. J Pediatr 1982; 100: 59-64.
17. Karra MV, Kirksey A. Variation in zinc, calcium and magnesium concentrations of human milk within a 24 hour period from 1 to 6 months of lactation. J Pediatr Gastroenterol Nutr 1988; 7: 100-106.
18. Vaughan LA, Weber CW, Kemberling SR. Longitudinal changes in the mineral content of human milk. Am J Clin Nutr 1979; 32: 2301-2306.
19. Feeley RM, Eitenmiller RR, Benton JJ, Barnhart H. Copper, iron, and zinc contents of human milk at early stages of lactation. Am J Clin Nutr 1983; 37: 443-448.
20. Finley DA, Lönnerdal B, Dewey KG, Grivetti LE. Inorganic constituents of breast milk from vegetarian and non-vegetarian women. relationships with each other and with organic constituents. J Nutr 1985; 115: 772-781.
21. Kirksey A, Ernst JA, Roepke JL, Tsai T-L. Influence of mineral intake and use of oral contraceptives before pregnancy on the mineral content of human colostrum and of more mature milk. Am J Clin Nutr 1979; 32: 30-39.
22. Moser PB, Reynolds RD, Acharya S, Howard MP, Andon MB. Calcium and magnesium dietary intake and plasma and milk concentrations of Nepalese lactating women. Am J Clin Nutr 1988; 47: 735-739.
23. Parr RM, De Maeyer EM, Iyengar VG, Byrne AR, Kirkbright GF, Schöch G, Nümsto L, Pineda O, Vis HL, Hofvander Y, Omolulu A. Minor and trace elements in human milk from Guatemala, Hungary, Nigeria, Philippines, Sweden and Zaire. Results from a WHO/IAEA Joint Project. Biol Trace Elem Res 1991; 29: 51-75.
24. Laskey MA, Dibba B, Prentice A. Low-ratios of calcium to phosphorus in the breast milk of rural Gambian mothers. Acta Paediatr Scand 1991; 80: 250-251.
25. Prentice A, Barclay DV. Breast-milk calcium and phosphorus concentrations of mothers in rural Zimbabwe. Eur J Clin Nutr 1991; 45: 611-617.
26. Laskey MA, Prentice A, Shaw J, Zachov T, Ceesay SM, Vasquez-Velasquez L, Fraser DR. Breast-milk calcium concentrations during prolonged lactation in British and rural Gambian mothers. Acta Paediatr Scand 1990; 79: 507-512.
27. Hallberg L, Rossander-Hulten L, Brune M, Gleerup A. Bioavailability in man of iron in human milk and cow's milk in relation to their calcium contents. Pediatr Res 1992; 31: 524-527.
28. Hillman LS, Chow W, Salmons SS, Weaver E, Erickson M, Hansen J. Vitamin D metabolism, mineral homeostasis, and bone mineralization in term infants fed human milk, cow milk-based formula, or soy-based formula. J Pediatr 1988; 112: 864-874.
29. Mimouni F, Campaigne B, Neylan M, Tsang RC. Bone mineralization in the first year of life in infants fed human milk, cow-milk formula, or soy-based formula. J Pediatr 1993; 122: 348-354.

30. Vainsel M. Evaluation of a low-phosphate cow's milk diet on growth and bone mineralization of full-term infants. *Monatsschrift für Kinderheilkunde* 1992; 140: S45-S50.
31. Prentice A, Laskey MA, Dibba B. Breast-milk calcium and phosphorus concentrations of British and Gambian mothers during prolonged lactation. *Proc Nutr Soc* 1990; 49: 4A.
32. Yenigun A, Taneli B, Oksel F. Trace Toxic Elements in Nutrition and Health, Proc. Int. Conf. Health Dis. Eff. Essent. Toxic Trace Elem. M Abdulla, SB Vohora, M Athar eds., 4<sup>a</sup> ed., New Delhi, India: Wiley Eastern; 1993, pp. 339.
33. Michel I, Lavigne C, Desrosiers T. Soluble and lipid-bound calcium and zinc during processing of infant milk formula. *J Food Sci* 1993; 58: 756-760.
34. Dewey KC, Lönnerdal B. Milk and nutrient intake of breast-fed infants from 1 to 6 months: relation to growth and fatness. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1983; 2: 497-506.
35. Itriago A, Carrión N, Fernández A, Puig M, Dini E. Contenido de zinc, cobre, hierro, calcio y magnesio en leche materna en los primeros días de lactación. *Arch Latinoamer Nutr.* 1997; 47:14-22.
36. Carias D, Velásquez G, Cioccia AM, Piñero D, Inciarte H, Hevia P. Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas. *Arch Latinoamer Nutr.* 1997; 47:110-117.
37. Justo I, Cabrera JC, López C, Bernabé E, Pérez T, Jurado M, Rius C, Péláez R, Cabeza C, Pérez M, Muñoz C, Reyes M, Molina M, Díaz T, Serrano R, Iriarte T, Montaña T. Estudio comparativo en oficina de farmacia de fórmulas para lactantes (inicio, continuación y ). *Farmacéuticos* 1996; Sept: 29-32.
38. Alvarez Marante R, Brito Miralles G, Hardisson de la Torre A, Ríos Rull R, Sierra López A. Leches adaptadas de inicio. Niveles de concentración en macro y micronutrientes. *Alimentaria* 1986; Oct: 59-62.
39. Garg AN, Weginwar RG, Chutke NL. A comparative study of minor and trace elements in human, animal and commercial milk samples by neutron activation analysis. *J Radioanal Nucl Chem* 1993; 172: 125-135.
40. Fatoki OS, Bamiro FO. Levels of sodium, potassium, calcium and magnesium in infant formula and in corn-flour infant feeds. *Food Chem* 1990; 37: 269-273.
41. Fomon SJ. *Nutrición del Lactante*, Madrid: Mosby/Doyma Libros; 1995.
42. Keenan BS, Buzek SW, Garza C. Cortisol and possible role in regulation of sodium and potassium in human milk. *Am J Physiol* 1983; 244: E253 -E261.
43. Nagra SA. Longitudinal studies in biochemical composition of human milk during first year of lactation. *J Trop Paediatr* 1989; 35: 126-128.
44. Atkinson SA. Effects of gestational stage at delivery on human milk components. En: RG Jensen (ed). *Handbook of Milk Composition*, San Diego, California: Academic Press; 1995, pp. 222-237.
45. Karra MV, Udipi SA, Kirksey A, Roepke JLB. Changes in specific nutrients in breast milk during extended lactation. *Am J Clin Nutr* 1986; 43: 495-503.
46. Neville MC, Allen JC, Archer PC et al. Studies in human lactation. milk volume and nutrient composition weanling and lactogenesis. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 81-92.

Recibido: 27-02-2002

Aceptado: 14-08-2002

# INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1965 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver, en su quinta edición (1997) de los requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas (1). A continuación se reproduce esta publicación y se añaden algunas recomendaciones específicas, para ALAN.

## Requisitos para la presentación de manuscritos a una revista

### Resumen de los requisitos técnicos

- Todas las partes del manuscrito estarán a doble espacio.
- Cada sección o componente comenzará en página nueva.
- Revise la secuencia: página del título, resumen y palabras clave, texto agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en página aparte), pies e epígrafes de las ilustraciones.
- Las ilustraciones se presentaran en forma de impresiones fotográficas sin tomar, y no deberán exceder de 203 x 254 mm.
- Incluya la autorización para reproducir material publicado con anterioridad o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a los sujetos humanos.
- Adjunte la transferencia de los derechos de autor y otros formularios.
- Presente el número exigido de copias impresas del artículo (ALAN exige original y 3 copias).
- Guarde copias de todo lo que envíe.

### Preparación del manuscrito

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas secciones, sobre todo en las de resultados y discusión, a fin de hacer más claro el contenido. Es probable que otro tipo de artículos -como los informes de casos, las revisiones y los editoriales- exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Mecanografese el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 280 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25mm (ALAN prefiere la medida de 216 x 280 mm). Escríbase o imprímase solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito, incluido la página del título, el resumen, el texto los agradecimientos, las referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por las del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número que le corresponde.

### Página del título

La primera página contendrá: 1) el título del artículo, que será conciso pero informativo; 2) nombre de pila preferido y apellidos de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su afiliación institucional; 3) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; 4) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; 5) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; 6) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; 7) procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o todo ello; y 8) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente identificado como tal, en la última línea de la página inicial.

### Autoría

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor

---

(1) Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas. Rev Panam Salud Pública. Pan-Am J Pub Health. 1998;3(3):188-1998.

debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido. Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) la concepción y el diseño o bien el análisis y la interpretación de los datos; 2) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y 3) la aprobación final de la versión que será publicada. Las tres condiciones tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. Los directores de revistas podrán solicitar a los autores que describan la contribución de cada uno; esa información puede ser publicada.

Cada vez es más común que los ensayos multicéntricos se atribuyan a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean designados como autores, ya sea en la línea destinada al nombre de los autores a continuación del título o en una nota a pie de página, deberán cumplir plenamente con los requisitos de requisitos de autoría recién señalados. Los miembros del grupo que no cumplan con dichos criterios serán mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

El orden en que figuran los autores debe reflejar una decisión conjunta de estos. Como los autores se suelen enumerar de distintas maneras, el significado del orden en que aparecen no puede deducirse con exactitud a menos que ellos mismos lo enuncien explícitamente. Para tal efecto, tal vez deseen agregar, en una nota a pie de página, la explicación sobre el orden de enumeración. Al decidir acerca de dicho orden, los autores tendrán presente que muchas revistas imponen un límite al número de autores que figuran en el índice de materias y que, cuando hay más de 25 autores, la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos incluye en MEDLINE tan solo los nombres de los 24 primeros más el del último.

### Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él indicaran los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporciónense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. Utilícense para este propósito los términos de la lista "Medical Subject Headings" (MeSH) [Encabezamientos de temas médicos] del Index Medicus; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en dicha lista, podrán usarse las expresiones corrientes. ALAN exige que todo trabajo deberá acompañarse de un Resumen en inglés con sus palabras clave, "key words", si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. Si el trabajo original es en inglés, el Resumen debe presentarse en español,

igualmente con sus palabras clave.

### Introducción

Expresé el propósito del artículo y resume el fundamento lógico del estudio u observación. Menciones las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

### Métodos

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio, como son el protocolo (población de estudio, intervenciones o exposiciones, resultados y el fundamento lógico del análisis estadístico), asignación de intervenciones (métodos de aleatorización, ocultamiento de la asignación a los grupos de tratamiento) y método de enmascaramiento (método ciego).

Los autores que presenten manuscritos de revisión incluirán una sección en la que se describan los métodos utilizados para localizar, seleccionar, extraer y sintetizar los datos. Estos métodos se mencionarán también en forma sinóptica en el resumen.

**Ética.** Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, modificada en 1983. No utilice el nombre de los pacientes, sus iniciales ni los códigos hospitalarios, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las de un consejo nacional de investigación o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

**Estadística.** Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados presentados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición

(por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores P, que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos utilizados serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), y no de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado. Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de métodos. Cuando resuma los datos en la sección de resultados, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como «al azar» (que entraña el empleo de un método de aleatorización), «normal», «significativo», «correlaciones» y «muestra». Defina los términos, las abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos.

### Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de los cuadros ni de las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

### Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

### Agradecimientos

En un lugar adecuado del artículo (como nota al pie de la primera

página o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista) uno o varios enunciados especificarán lo siguiente: 1) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; 2) el reconocimiento por la ayuda técnica recibida; 3) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; y 4) las relaciones que puedan suscitar un conflicto de intereses (véase «Conflicto de intereses»).

Las personas que colaboraron intelectualmente en el artículo pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, «asesoramiento científico», «examen crítico de la propuesta para el estudio», «recolección de los datos» o «participación en el ensayo clínico». Estas personas tendrán que conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizarán de obtener la autorización por escrito de las personas mencionadas por su nombre en los agradecimientos, pues los lectores pueden inferir que estas respaldan los datos y las conclusiones.

El reconocimiento por la ayuda técnica recibida figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

### Referencias

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en los pies o epígrafes de las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata. La lista se puede obtener asimismo en el sitio que la biblioteca mantiene en la World Wide Web (<http://www.nlm.nih.gov>).

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa» o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación. La información proveniente de manuscritos presentados para publicación pero aún no aceptados se citará en el texto como «observaciones inéditas», con el permiso correspondiente de la fuente.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública; en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto. En el caso de artículos científicos, los autores deberán obtener el permiso de la fuente y su confirmación de la exactitud de la comunicación personal, ambos

por escrito. Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

El estilo de los requisitos uniformes (estilo de Vancouver) se basa en gran medida en una norma de estilo ANSI adaptada por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) para sus bases de datos. En los ejemplos que siguen se han agregado notas cuando el estilo de Vancouver difiere del estilo que actualmente utiliza la NLM.

## Artículos de revista

### 1. Artículo de revista ordinario

Enumere los primeros seis autores y añada la expresión «et al.» (Nota: La NLM incluye ahora hasta 25 autores; si hay más de 25, enumera los primeros 24, continuación el último autor y luego agrega «et al.»)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996 Jun 1;124(11):980-3.

Opcionalmente, si se utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen (como hacen muchas revistas médicas), se pueden omitir el mes y el número.

(Nota: Para respetar la uniformidad, en todos los ejemplos que se presentan en los requisitos uniformes se aplica esta opción. La NLM, sin embargo, no usa dicha opción.)

Vega KJ, Pina I, Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease. *Ann Intern Med* 1996;124:980-3.

### Más de seis autores:

Parkin DM, Clayton D, Black RJ, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al. Childhood leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 year follow-up. *Br J Cancer* 1996;73:1006-12.

### 2. Organización como autor

The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust* 1996;164:282-4.

### 3. No se indica el nombre del autor

Cancer in South Africa [editorial]. *S Afr Med J* 1994;84:15.

### 4. Artículo en idioma extranjero (2)

(Nota: La NLM traduce el título al inglés, lo encierra entre corchetes y le agrega la abreviatura correspondiente al idioma original.)

Ryder TE, Haukeland EA, Solhaug JH. Bilateral infrapatellar seneruptur hos tidligere frisk kvinne. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1996; 116:41-2.

### 5. Suplemento de un volumen

Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environ Health Perspect* 1994;102 Suppl 1:275-82.

### 6. Suplemento de un número

Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women's psychological reactions to breast cancer. *Semin Oncol* 1996;23(1 Suppl 2): 89-97.

### 7. Parte de un volumen

Ozben T, Nacitarhan S, Tuncer N. Plasma and urine sialic acid in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Ann Clin Biochem* 1995;32(Pt 3):303-6.

### 8. Parte de un número

Poole GH, Mills SM. One hundred consecutive cases of flap lacerations of the leg in ageing patients. *N Z Med J* 1994;107(986 Pt 1):377-8.

### 9. Número sin volumen

Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1995;(320): 110-4.

### 10. Sin número ni volumen

Browell DA, Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responses. *Curr Opin Gen Surg* 1993:325-33.

### 11. Paginación en números romanos

Fisher GA, Sikic BI. Drug resistance in clinical oncology and hematology: Introduction. *Hematol Oncol Clin North Am* 1995 Apr;9(2):xi-xii.

### 12. Indicación del tipo de artículo, según corresponda

Enzensber er W, Fischer PA. Metronome in Parkinson,s disease [carta]. *Lancet* 1996;347:1337.

Clement J, De Bock R. Hematological complications of hantavirus nephropathy (HVN) [resumen]. *Kidney Int* 1992;42:1285.

### 13. Artículo que contiene una retractación

Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. Ceruloplasmin

---

(2) Evidentemente "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencia bibliográfica se han trasladado directamente del original, sin adaptarlos (N. Del t.).

gene defect associated with epilepsy in EL mice [retractación de Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. En: Nat Genet 1994;6:426-31]. Nat Genet 1995;11: 104.

#### 14. Artículo retirado por retractación

Liou GI, Wang M, Matragoon S. Precocious IRBP gene expression during mouse development [retirado por retractación en Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:3127]. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:1083-8.

#### 15. Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas

Hamlin JA, Kahn AM. Herniography in symptomatic patients following inguinal hernia repair [se publica una fe de erratas en West J Med 1995;162:278]. West j Med 1995; 162:28-31.

#### Libros y otras monografías

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver indicaba, incorrectamente, que entre la editorial y la fecha debía ir una coma en vez de punto y coma, como debe ser.)

#### 16. Individuos como autores

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership. skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

#### 17. Directores ("editores"), compiladores como autores

Norinan JJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996.

#### 18. Organización como autor y editorial

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992.

#### 19. Capítulo de libro

(Nota: Con anterioridad, el estilo de Vancouver prescribía el uso de dos puntos en vez de la letra p antes de las páginas.)

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editors. Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

#### 20. Actas de conferencias

Kimura j, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology, Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

#### 21. Artículo presentado en una conferencia

Bengtsson S, Tolheim BG. Enforcement of data protection, privacy

and security in medical informatics. En: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

#### 22. Informe científico o técnico

Publicado por la institución financiadora o patrocinadora: Smith P, Golladay K. Payment for durable medical equipment billed during skilled nursing facility stays. Final report. Dallas (TX): Dept. of Health and Human Services (US), Office of Evaluation and Inspections; 1994 Oct. Report No.: HHSIGOE169200860.

Publicado por la institución ejecutora:

Field MjJ Tranquada RE, Feasley JC, editors. Health services research: work force and educational issues. Washington: National Academy Press; 1995. Contract No.: AHCP282942008. Sponsored by the Agency for Health Care Policy and Research.

#### 23. Tesis doctoral

Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly's access and utilization [tesis doctoral]. St. Louis (MO): Washington Univ.; 1995.

#### 24. Patente

Larsen CE, Trip R, Johnson CR, inventors; Novoste Corporation, titular. Methods for procedures related to the electrophysiology of the heart. US patent 5,529,067. 1995 jun 25.

#### Otros trabajos publicados

#### 25. Artículo de periódico

Lee C. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. The Washington Post 1996 Jun 21; Sect. A:3 (col. 5).

#### 26. Material audiovisual

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis (MO): Mosby-Year Book; 1995.

#### 27. Documentos legales

Ley pública:  
Preventive Health Amendments of 1993, Pub. L. No. 103-183, 107 Stat. 2226 (Dec. 14, 1993).

Proyecto de ley sin sancionar:  
Medical Records Confidentiality Act of 1995, S. 1360, 104th Cong., 1 st Sess. (1995).

Código de normas federales:  
Informed Consent, 42 C.F.R. Sect. 441.257 (1995).

**Audiencia:**

Increased Drug Abuse: the Impact on the Nation's Emergency Rooms: Hearings Before the Subcomm. on Human Resources and Intergovernmental Relations of the House Comm. on Government Operations, 103rd Cong., 1st Sess. (May 26, 1993).

**28. Mapa**

North Carolina. Tuberculosis rates per 100,000 population, 1990 [mapa demográfico]. Raleigh: North Carolina Dept. of Environment, Health, and Natural Resources, Div. of Epidemiology; 1991.

**29. Libro de la Biblia**

The Holy Bible. King James version. Grand Rapids (MI): Zondervan Publishing House; 1995. Ruth 3:1-18.

**30. Diccionarios y obras de consulta semejantes**

Stedman's medical dictionary. 26th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia; p.119-20.

**31. Obras clásicas**

The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. London: Rex; 1973.

**Trabajos inéditos****32. En prensa**

(Nota: La NLM prefiere referirse a estos trabajos como «en preparación» [forthcoming] porque no todos se publicarán impresos.)

Leshner Al. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. En prensa 1996.

**Material en soporte electrónico****33. Artículo de revista en formato electrónico**

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [publicación periódica en línea] 1995 jan-mar [citada 1996 jun 5];1(1):[24 pantallas]. Se consigue en: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

**34. Monografía en formato electrónico**

CDI, clinical dermatology illustrated [monografía en CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

**35. Fichero de computadora**

Hemodynamics 111: the ups and downs of hemodynamics [programa de computadora]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

**Cuadros**

Mecanografíe o imprima cada cuadro a doble espacio y en hoja aparte. No presente los cuadros en forma de impresiones fotográficas. Numérelos consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada uno. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: \*, †, ‡, †, †, \*\*, ††, †‡.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros. Cerciórese de que cada cuadro aparezca citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde. Incluir un número excesivo de cuadros en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántos cuadros pueden incluirse por cada millar de palabras de texto. Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que los cuadros suplementarios que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensos para publicarlos, queden depositados en un servicio de archivo, como el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionados por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Dichos cuadros se presentarán junto con el artículo para su consideración.

**Ilustraciones (figuras)**

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en estas deberán contrastar claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, estas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

#### **Pies o epígrafes de las ilustraciones**

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significado de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

#### **Unidades de medida**

Las medidas de longitud, talla, *peso* y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) O sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

#### **Abreviaturas y símbolos**

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

#### **Envío del manuscrito a la revista**

Envíe por correo el número requerido de copias del manuscrito en un sobre de papel resistente; si es necesario, proteja las copias y las figuras metiéndolas entre dos hojas de cartón para evitar que las fotografías se doblen. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de envío firmada por todos los coautores.

# INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 52-2002

## ARTICULOS GENERALES

<b>Creatina: o suplemento nutricional para a atividade física – Conceitos atuais</b> Renata Rebello Mendes e Julio Tirapegui.....	117
<b>Acido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas</b> Beatriz Martínez Domínguez, M <sup>a</sup> Victoria Ibáñez Gómez y Francisco RincónLeón.....	219
<b>Actualización en la farmacología de <i>Spirulina (Arthrospira)</i>, un alimento no convencional</b> Germán Chamorro, María Salazar, Katia Gomes de Lima Araújo, César Pereira dos Santos, Guillermo Cevallos y Luis Fabila Castillo.....	232
<b>Crenças sobre as vitaminas e consumo de produtos vitamínicos entre universitários de São Paulo</b> Karina Maria Olbrich dos Santos, Antônio de Azevedo Barros Filho.....	241
<b>Modelo biológico para la detección de antígenos alimentarios</b> Norberto Bassan, Miguel Vinuesa, Stella Roma y Fernando Pérez.....	249
<b>¿Qué es envejecer?</b> José María Bengoa.....	257
<b>The importance of dietary carbohydrates</b> Claudia P. Sánchez-Castillo, Geoffrey J. Hudson, Hans N. Englyst, Peter Dewey and W. Philip T. James .....	321

## TRABAJOS DE INVESTIGACION

### Nutrición Humana

<b>Prevalence of anemia during pregnancy: Results of Valencia (Venezuela) anemia during pregnancy study</b> Arturo Martí-Carvajal, Guiomar Peña-Martí, Gabriela Comunian, Sergio Muñoz.....	5
<b>Indicadores de riesgo para la deficiencia de vitamina A en menores de 15 años de una comunidad marginal de Valencia, Venezuela</b> María Concepción Páez Valery, Liseti Solano R., Sara del Real.....	12
<b>Adiposidad y patrón de grasa en jóvenes venezolanos por estrato social</b> Maritza Landaeta-Jiménez, Betty M. Pérez, Ynay Escalante.....	128
<b>Perfil de lípidos y lipoproteínas en inmigrantes chinos residentes en Costa Rica</b> Ileana Holst, Rafael Monge-Rojas, Rita Ma. Marín, Karol Hidalgo, Mónica Kelly .....	261
<b>Nutritional supplementation according to energy and protein requirements in malnourished HIV-infected patients</b> Victor Charlin, Fernando Carrasco, Cecilia Sepúlveda, María Torres, Juan Kehr....	267
<b>Deficiencia de hierro y anemia en mujeres embarazadas en Chaco, Argentina</b> María del Carmen Morasso, Julia Molero, Pablo Vinocur, Luis Acosta, Nilda Paccussi, Susana Raselli, Graciela Falivene, Fernando E. Viteri.....	336

### Bioquímica Nutricional

<b>Efectos de la diarrea secretora y osmótica sobre la función y morfología del intestino en ratas</b> Margarita de Lima de Mon, Anna M, Cioccia, Eduardo González y Patricio Hevia.....	20
<b>Modificaciones de las lipoproteínas del plasma después del uso dietético de la oleína de palma en adultos sanos</b> Virgilio Bosch, Ada Aular, José Medina, Neptalí Ortiz, Rafael Apitz.....	145
<b>Estudio de la utilización biológica de <math>\beta</math>-caroteno sintético y de fuentes naturales en ratas</b> Cesar Mauricio Barcaldo Barrera, Camilo Rozo, Lucía Castro de Navarro.....	355

**Bioquímica de Alimentos****Efecto de la adición de una pectinasa y una celulasa sobre la digestibilidad *in vitro* del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*)**

Floribeth Viquez Rodríguez, Ana Ruth Bonilla Leiva..... 151

**Nutrición Clínica****El estado nutricional modifica la efectividad de un suplemento dietario de bacterias lácticas sobre la aparición de patologías de vías respiratorias en niños**

María Esther Río, Liliana Beatriz Zago, Hugo García y Luis Winte..... 29

**Expresión génica de interleucina 1 en la deficiencia de proteínas y vitamina A**

Vivian Sánchez Álvarez, Manuel Hernández Triana, Mario Abreu Peñate, Ada de las Cagigas Reig, Miguel Tam Hurtado, José Rebozo Pérez, Miriam Noa Puig, José Arias Verdé, Rebeca Fernández Carriera, Soraya González Calderín, Antonio Sigarroa González..... 35

**Nutrición Experimental****Estimación de proteína potencialmente utilizable en fórmulas infantiles de inicio para neonatos prematuros y de término**

María J. Binaghi, Andrea Baroni, Carola Greco, Patricia A. Ronayne de Ferrer, Mirta Valencia..... 43

**Escala de satisfacción alimentaria-nutricional para representantes y madres cuidadoras de niños atendidos en multihogares de cuidado diario**

Jennifer Bernal, Paulina Lorenzana..... 137

**Consumo de ácido ascórbico y niveles séricos en hombres adultos fumadores y no fumadores de la CD, de Hermosillo, Sonora, México**

Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt, Javier Saavedra, Alicia Ornelas..... 344

**Dietas desequilibradas y metabolismo energético, óseo y mineral en niños en edad preescolar**

Patricia N. Rodríguez, Susana N. Zeni, Cristina E. Suárez, Andrea G. Ferreira Monteiro, María Luz Pita Martín de Portela, Silvia M. Friedman, Fima Lifshitz ..... 348

**Estudios Dietéticos****Determinação do consumo de alimentos fontes de vitamina A por gestantes, utilizando o formulário dietético simplificado (FDS)**

Betizabeth Slater Villar, Maria José Roncada..... 48

**Prácticas alimentarias en las familias del área rural de Medellín-Colombia**

Martha Cecilia Álvarez Uribe, Laura González Zapata..... 55

**Consumo de Alimentos****Consumo de frutas en una población adulta de Costa Rica**

Sonia Guzmán Padilla, Marlene Roselló Araya..... 63

**Consumo de harina de maíz precocida y su aporte de hierro y vitamina A en preescolares de bajos recursos económicos**

Sara del Real, María Concepción Páez, Liseti Solano, Zuleida Fajardo..... 274

**Hábitos de consumo de productos apícolas en un colectivo de ancianos**M<sup>a</sup> T. Orzáez Villanueva, A. De frutos Prieto, M. Téllez González, G. Blázquez Abellán..... 362**Ingesta alimentaria en escolares chilenos de procedencia indígena y no indígena de diferente vulnerabilidad social**

Vanessa García, Hugo Amigo, Patricia Bustos..... 368

## Microbiología de Alimentos

<b>Aislamiento de bacterias Gram positivas de leche cruda con residuo de antimicrobianos</b> José Faría Reyes, Aleida García Urdaneta, Pedro Izquierdo Corser, María Allara Cagnasso, Kutchynskaya Valero Leal.....	68
<b>Acción germicida <i>in vitro</i> de productos desinfectantes de uso en la industria de alimentos</b> Luis López V., José Romero R. Y Fernando Ureta V.....	74
<b><i>Clostridium perfringens</i> en carnes crudas y cocidas y su relación con el ambiente en Costa Rica</b> Evelyn Rodríguez, María del Mar Gamboa y Pablo Vargas.....	155
<b>Purificación y caracterización de proteasas de <i>Pseudomonas fluorescens</i> y sus efectos sobre las proteínas de la leche</b> Marcia Costa L., M. Francisca Gómez S., Luz H. Molina C., Ricardo Simpson R. y Alejandro R.....	160
<b><i>Listeria monocytogenes</i> en vegetales mínimamente procesados</b> María Luisa de Curtis, Olgamar Franceschi y Norma De Castro.....	282
<b>Evaluación de la actividad de cultivos probióticos sobre <i>Listeria monocytogenes</i> durante la producción y almacenamiento de yogur</b> Darling Berrocal, María Laura Arias, Marjorie Hederson, Eric Wong.....	375

## Ciencias de Alimentos

<b>Caracterização do perfil peptídico e de aminoácidos em hidrolisados de caseína</b> Harriman Aley Moraes, Cristiane Márcia da Silva Barbosa, Daniella Cristine Fialho Lopes, Mónica Cristina de Oliveira, Marialice Pinto Coelho Silvestre.....	77
<b>Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de pimentones verdes (<i>Capsicum annuum L.</i>) durante el almacenamiento</b> Edgar Uquiche Carrasco, Mario Villarroel Tudesca, Luis Cisneros-Zevallos.....	84
<b>Distribución de la proteína en fracciones físicas de la molienda y tamizado del grano de amaranto</b> María Ester Búcaro Segura y Ricardo Bressani.....	167
<b>Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México</b> Patricia Pérez Herrera, Gilberto Esquivel Esquivel, Rigoberto Rosales Serna, Jorge A Acosta-Gallegos.....	172
<b>Estabilidad de antocianinas en jugos pasteurizados de mora (<i>Rubus glaucus Benth</i>)</b> Mario José Moreno-Alvarez, Alfredo Viloria Matos, Eliezer López, Douglas Belén C.....	181
<b>Propriedades funcionais de material colagenoso de pés de frango</b> Sandra Geres Tavares Alves, Sandra Helena Prudencio-Ferreira.....	289
<b>Adaptabilidad de mazorcas de híbridos de maíz super dulce al procesamiento industrial. I congelación</b> Braunnier Alfonso, Candelario Camacho, Ligia Ortiz de Bertorelli y Frank de Venanzi.....	294
<b>Efecto de la alta presión hidrostática (APH) en la imbibición de agua, tiempos de cocción y microestructura del <i>Phaseolus vulgaris</i></b> Elba Sangronis, Albert Ibarz, Gustavo V. Barbosa-Cánovas, Barry G. Swanson.....	301
<b>Adaptabilidad de granos de híbridos de maíz super dulce sh2 al procesamiento industrial. II enlatado</b> Ligia Ortiz de Bertorelli, Frank De Venanzi, Braunnier Alfonso, Candelario Camacho.....	381

## Tecnología de Alimentos

<b>Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor</b> Emma Wittig de Penna, Lisis Serrano, Andrea Bunger, Delia Soto, Luis López, Nieves Hernández, Jenny Ruales.....	91
<b>Efecto del escaldado y recubrimiento higroscópico sobre la calidad de zanahorias (<i>Daucus carota var. Chantenay</i>) pre-cortadas durante el almacenamiento</b> Edgar Uquiche Carrasco, Luis Cisneros-Zevallos.....	187

<b>Aminoácidos esenciales y no esenciales de harinas de cereales infantiles en distintas fases de procesado industrial y su relación con índices químicos de la calidad proteica</b>	
Darío Pérez Conesa, Gaspar Ros Berruezo, María Jesús Periago Castón.....	193
<b>Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto formulado con carne de pollo deshuesada mecánicamente, plasma y glóbulos rojos de bovino</b>	
Betty Benítez, Anangelina Archile, Lisbeth Rangel, Mariela Bracho, Maigualida Hernández y Enrique Márquez.....	307
<b>Uso de fibra dietética de nopal en la formulación de un polvo para flan</b>	
Carmen Sáenz, Elena Sepúlveda, Nelly Pak, Ximena Vallejos.....	387
<b>LatinFoods. Composición de Alimentos</b>	
<b>Cholesterol and fatty acids profile of Brazilian commercial chicken giblets</b>	
Nádia Rosa Pereira, Edvani Curti Muniz, Makoto Matsushita & Nilson Evelázio de Souza.....	203
<b>Caracterização da fração lipídica de amostras comerciais de camarão-rosa</b>	
Andréa Figueiredo Procopio de Moura, Rosângela Pavan Torres, Jorge Mancini-Filho, Alfredo Tenuta Filho.	207
<b>Caracterización químico nutricional del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i></b>	
Mario Villarroel, Edith Biolley, Enrique Yáñez, Rosario Peralta.....	393
<b>Algas marinas de Baja California Sur, México: valor nutrimental</b>	
Silvia Carrillo Domínguez, Margarita Casas Valdez, Felipe Ramos Ramos, Fernando Pérez-Gil, Ignacio Sánchez Rodríguez.....	400
<b>Concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio en la leche materna y fórmulas de inicio</b>	
E. M. Rodríguez Rodríguez, M. Sanz Alaejos, C. Díaz Romero.....	406
<b>NUEVOS LIBROS.....</b>	101-307
<b>CARTAS AL EDITOR.....</b>	104
<b>NOTAS NECROLÓGICAS.....</b>	105
<b>INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES.....</b>	413
<b>ÍNDICE GENERAL DEL VOLUMEN 52.....</b>	420
<b>ÍNDICE DE AUTOR.....</b>	424
<b>ÍNDICE DE MATERIA.....</b>	431

## INDICE POR AUTORES DEL VOLUMEN 52-2002

### A

<b>Abreu Peñate, Mario.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Acosta, Luis.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Acosta-Gallegos, Jorge A.</b> Véase Pérez Herrera, Patricia.....	172
<b>Aley Morais, Harriman.-</b> Caracterização do perfil peptídico e de aminoácidos emhidrolisados de caseína....	77
<b>Alfonzo, Braunnier.-</b> Adaptabilidad de mazorcas de híbridos de maíz super dulce al procesamiento industrial. I congelación.....	294
<b>Alfonzo, Braunnier.</b> Véase Ortiz de Bertorelli, Ligia.....	381
<b>Allara Cagnasso, Maria.</b> Véase Faría Reyes, José.....	68
<b>Álvarez Uribe, Martha Cecilia.-</b> Prácticas alimentarias en las familias del área rural de Medellín-Colombia.....	55
<b>Amigo, Hugo.</b> Véase García, Vanessa.....	368
<b>Apitz, Rafael.</b> Véase Bosch, Virgilio.....	145
<b>Archile, Anangelina.</b> Véase Benítez, Betty.....	307
<b>Arias, María Laura.</b> Véase Berrocal, Darling.....	375
<b>Arias Verdé, José.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Aular, Ada.</b> Véase Bosch, Virgilio.....	145

### B

<b>Barbosa-Cánovas, Gustavo V.</b> Véase Sangronis, Elba.....	301
<b>Baroni, Andrea J.</b> Véase Binaghi, Maria J.....	43
<b>Bassan, Norberto.-</b> Modelo biológico para la detección de antígenos alimentarios.....	249
<b>Belen C., Douglas.</b> Véase Moreno-Álvarez, Mario José.....	181
<b>Bengoa, Jose María.-</b> ¿Qué es envejecer?.....	257
<b>Bernal, Jennifer.-</b> Escalas de satisfacción alimentaria-nutricional para representantes y madres cuidadoras de niños atendidos en multihogares de cuidado diario.....	137
<b>Berrocal, Darling.-</b> Evaluación de la actividad de cultivos probióticos sobre <i>Listeria monocytogenes</i> durante la producción y almacenamiento de yogur.....	375
<b>Berruezo, Gaspar Ros.</b> Véase Pérez Conesa, Darío.....	193
<b>Benítez, Betty.-</b> Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto formulado con carne de pollo deshuesado a mecánicamente, plasma y glóbulos rojos de bovino.....	307
<b>Binaghi, Maria J.-</b> Estimación de proteína potencialmente utilizable en fórmulas infantiles de inicio para neonatos prematuros y de término.....	43
<b>Biolley, Edith.</b> Véase Villarroel, Mario.....	393
<b>Blázquez Abellán, G.</b> Véase Orzáez Villanueva, M <sup>a</sup> T.....	362
<b>Bonilla Leiva, Ana Ruth.</b> Véase Viquez Rodríguez, Floribeth.....	151
<b>Bosch, Virgilio.-</b> Modificaciones de las lipoproteínas del plasma después del uso dietético de la oleína de palma en adultos sanos.....	145
<b>Bracho, Mariela.</b> Véase Benítez, Betty.....	307
<b>Bressani, Ricardo.</b> Véase Búcaro Segura, María Ester.....	167
<b>Búcaro Segura, María Ester.-</b> Distribución de la proteína en fracciones físicas de la molienda y tamizado del grano de amaranto.....	167
<b>Bunger, Andrea.</b> Véase Wittig de Penna, Emma.....	91
<b>Bustos, Patricia.</b> Véase García, Vanessa.....	368

## C

<b>Casas Valdez, Margarita.</b> Véase Carrillo Domínguez, Silvia.....	400
<b>Camacho, Candelario.</b> Véase Alfonzo, Braunnier.....	294
<b>Camacho, Candelario.</b> Véase Ortiz de Bertorelli, Ligia.....	381
<b>Carrasco, Fernando.</b> Véase Charlin, Victor.....	267
<b>Carrillo Domínguez, Silvia.-</b> Algas marinas de Baja California Sur, México: valor nutricional.....	400
<b>Ceballos, Guillermo.</b> Véase Chamorro, Germán.....	232
<b>Chamorro, Germán.-</b> Actualización en la farmacología de <i>Spirulina (Arthrospira)</i> , un alimento no convencional.....	232
<b>Charlin, Victor.-</b> Nutritional supplementation according to energy and protein requirements in malnourished HIV-infected patients.....	267
<b>Cioccia, Anna M.</b> Véase De Lima de Mon, Margarita.....	20
<b>Cisneros-Zevallos, Luis.</b> Véase Uquiche Carrasco, Edgar.....	84
<b>Cisneros-Zevallos, Luis</b> Véase Uquiche Carrasco, Edgar.....	187
<b>Coelho Silvestre, Marialice Pinto.</b> Véase Aley Morais, Harriman.....	77
<b>Comunian, Gabriela</b> Véase Martí-Carvajal, Arturo.....	5
<b>Costa L., Marcia.-</b> Purificación y caracterización de proteasas de <i>Pseudomonas fluorescens</i> y sus efectos sobre las proteínas de la leche.....	160
<b>Curti Muniz, Edvani</b> Véase Perira Nádia Rosa.....	203

## D

<b>Da Silva Barbosa, Cristiane Márcia.</b> Véase Aley Morais, Harriman.....	77
<b>De Castro, Norma.</b> Véase De Curtis, María Luisa.....	282
<b>De Curtis, María Luisa.-</b> <i>Listeria monocytogenes</i> en vegetales mínimamente procesados.....	282
<b>De Frutos Pietro, A.</b> Véase Orzáez Villanueva, M <sup>a</sup> T.....	362
<b>De las Cagigas Reig, Ada.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>De Lima de Mon, Margarita.-</b> Efectos de la diarrea secretora y osmótica sobre la función y morfología del intestino en ratas.....	20
<b>De Oliveira, Mônica Cristina.</b> Véase Aley Morais, Harriman.....	77
<b>De Souza, Nilson Evelázio</b> Véase Pereira, Nádia Rosa.....	203
<b>De Venanzi, Frank.</b> Véase Alfonzo, Braunnier.....	294
<b>De Venanzi, Frank.</b> Véase Ortiz de Bertorelli, Ligia.....	381
<b>Del Real, Sara.-</b> Consumo de harina de maíz precocida y su aporte de hierro y vitamina A en preescolares de bajos recursos económicos.....	274
<b>Deweey, Peter.</b> Véase Sánchez-Castillo, Claudia P.....	321
<b>Díaz Romero, C.</b> Véase Rodríguez Rodríguez, E. M.....	406

## E

<b>Englyst, Hans N.</b> Véase Sánchez-Castillo, Claudia P.....	321
<b>Escalante, Ynay.</b> Véase Landaeta-Jiménez, Maritza.....	128
<b>Esquivel Esquivel, Gilberto.</b> Véase Pérez Herrera, Patricia.....	172

## F

<b>Fabila Castillo, Luis.</b> Véase Chamorro, Germán.....	232
<b>Fajardo, Zuleida.</b> Véase Del Real, Sara.....	274
<b>Falivene, Graciela.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Faría Reyes, José.-</b> Aislamiento de bacterias Gram positivas de leche cruda con residuos de antimicrobianos.....	68

<b>Fernández Carriera, Rebeca.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Ferreira Monteiro, Andrea G.</b> Véase Rodríguez, Patricia N.....	348
<b>Fialho Lopes, Daniella Cristine.</b> Véase Aley Moraes, Harriman.....	77
<b>Figuereido Procópio de Moura, Andréa.-</b> Caracterización da fração lipídica de amostras comerciais de camarao-rosa.....	207
<b>Franceschi, Olgamar.</b> Véase De Curtis, María Luisa.....	282
<b>Friedman, Silvia M.</b> Véase Rodríguez, Patricia N.....	348

## G

<b>Gamboa, María del Mar.</b> Véase Rodríguez, Evelyn.....	155
<b>Garcia, Hugo.</b> Véase Río, María Esther.....	29
<b>García Urdaneta, Aleida.</b> Véase Faría Reyes, José.....	68
<b>García, Vanessa.-</b> Ingesta alimentaria en escolares chilenos de procedencia indígena y no indígena de diferente vulnerabilidad social.....	368
<b>Gómes de Lima Araujo, Katia.</b> Véase Chamorro, Germán.....	232
<b>Gómez S., M. Francisca.</b> Véase Costa L., Marcia.....	160
<b>González, Eduardo.</b> Véase De Lima de Mon, Margarita.....	20
<b>González Calderín, Soraya.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>González Zapata, Laura.</b> Véase Álvarez Uribe, Martha Celilia.....	55
<b>Greco, Carola.</b> Véase Binaghi, María J.....	43
<b>Guzmán Padilla, Sonia.-</b> Consumo de frutas en una población adulta de Costa Rica.....	63

## H

<b>Henderson, Marjorie.</b> Véase Berrocal, Darling.....	375
<b>Hernández, Maigualida.</b> Véase Benítez, Betty.....	307
<b>Hernández, Nieves.</b> Véase Wittig de Penna, Emma.....	91
<b>Hernández Triana, Manuel.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Hevia, Patricio.</b> Véase De Lima de Mon, Margarita.....	20
<b>Hidalgo, Karol.</b> Véase Holts, Ileana.....	261
<b>Holts, Ileana.-</b> Perfil de lípidos y lipoproteínas en inmigrantes chinos residentes en Costa Rica.....	261
<b>Hudson, Geoffrey J.</b> Véase Sánchez-Castillo, Claudia P.....	321

## I

<b>Ibáñez Gómez, M<sup>a</sup> Victoria.</b> Véase Martínez Domínguez, Beatriz.....	219
<b>Ibarz, Albert.</b> Véase Sangronis, Elba.....	301
<b>Izquierdo Corser, Pedro.</b> Véase Faría Reyes, José.....	68

## J

<b>James T., W. Philip.</b> Véase Sánchez-Castillo, Claudia P.....	321
--	-----

## K

<b>Kehr, Juan.</b> Véase Charlin, Victor.....	267
<b>Kelly, Mónica.</b> Véase Holts, Ileana.....	261

## L

<b>Landaeta-Jiménez, Maritza.-</b> Adiposidad y patrón de grasa en jóvenes venezolanos por estrato social.....	128
--	-----

<b>Lifshitz, Fima.</b> Véase Rodríguez, Patricia N.....	348
<b>López, Eliezer.</b> Véase Moreno-Álvarez, Mario José.....	181
<b>López, Luis.</b> Véase Wittig de Penna, Emma.....	91
<b>López V., Luis.-</b> Acción germicida <i>in vitro</i> de productos desinfectantes de uso en la industria de alimentos.....	74
<b>Lorenzana, Paulina.</b> Véase Bernal, Jennifer.....	137

### M

<b>Mancini-Filho, Jorge</b> Véase Figueredo Procópio de Moura, Andréa.....	207
<b>Marín, Rita Ma.</b> Véase Holts, Ileana.....	261
<b>Márquez, Enrique.</b> Véase Benítez, Betty.....	307
<b>Martínez Domínguez, Beatriz.-</b> Acido fitico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas .....	219
<b>Martí-Carvajal, Arturo.-</b> Prevalence of anemia during pregnancy: Results of Valencia (Venezuela) anemia during pregnancy study.....	5
<b>Matsushita, Makoto</b> Véase Pereira, Nadia Rosa.....	203
<b>Medina, José.</b> Véase Bosch, Virgilio.....	145
<b>Méndez E., Rosa Olivia.-</b> Consumo de ácido ascórbico y niveles séricos en hombres adultos fumadores y no fumadores de la CD, de Hermosillo, Sonora, México.....	344
<b>Molero, Julia.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Molina C., Luz H.</b> Véase Costa L., Marcia.....	160
<b>Monge-Rojas, Rafael.</b> Véase Holts, Ileana.....	261
<b>Morasso, María del Carmen.-</b> Deficiencia de hierro y anemia en mujeres embarazadas en Chaco, Argentina.....	336
<b>Moreno-Álvarez, Mario José.-</b> Estabilidad de antocianinas en jugos pasteurizados de mora ( <i>Rubus Glaucus Benth</i> ).....	181
<b>Muñoz, Sergio</b> Véase Martí-Carvajal, Arturo.....	5

### N

<b>Noa Puig, Miriam.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
---	----

### O

<b>Olbrich dos Santos, Karina Maria.-</b> Crenças sobre as vitaminas e consumo de produtos vitamínicos entre universitários de São Paulo.....	241
<b>Ornelas, Alicia.</b> Véase Méndez E., Olivia Rosa.....	344
<b>Ortiz, Neptalí.</b> Véase Bosch, Virgilio.....	145
<b>Ortiz de Bertorelli, Ligia.-</b> Adaptabilidad de granos de híbridos de maíz super dulce sh2 al procesamiento industrial. II enlatado.....	381
<b>Ortiz de Bertorelli, Ligia.</b> Véase Alfonso, Braunnier.....	294
<b>Orzáez Villanueva, M<sup>a</sup> T.-</b> Hábitos de consumo de productos apícolas en un colectivo de ancianos.....	362

### P

<b>Paccussi, Nilda.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Páez Valery, María Concepción.-</b> Indicadores de riesgo para la deficiencia de vitamina A en menores de 15 años de una comunidad marginal de Valencia Venezuela.....	12
<b>Páez Valery, María Concepción.</b> Véase Del Real, Sara.....	274
<b>Pak, Nelly.</b> Véase Sáenz, Carmen.....	387
<b>Pavan Torres, Rosângela</b> Véase Figueredo Procópio de Moura, Andréa.....	207
<b>Peña-Martí, Guiomar</b> Véase Martí-Carvajal, Arturo.....	5

<b>Peralta, Rosario.</b> Véase Villarroel, Mario.....	393
<b>Pereira, Nádia Rosa.-</b> Cholesterol and fatty acids profile of Brazilian commercial chicken giblets.....	203
<b>Pereira dos Santos, César.</b> Véase Chamorro, Germán.....	232
<b>Pérez, Betty M.</b> Véase Landaeta-Jiménez, Maritza.....	128
<b>Pérez, Fernando.</b> Véase Bassan, Norberto.....	249
<b>Pérez Conesa, Darío.-</b> Aminoácidos esenciales y no esenciales de harinas de cereales infantiles en distintas fases de procesamiento industrial y su relación con índices químicos de la calidad proteica.....	193
<b>Pérez-Gil, Fernando.</b> Véase Carrillo Domínguez, Silvia.....	400
<b>Pérez Herrera, Patricia.-</b> Caracterización física, culinaria y nutricional del frijol del altiplano subhúmedo de México.....	172
<b>Periago Castón, María Jesús.</b> Véase Pérez Conesa, Darío.....	193
<b>Pita Martín de Portela, María Luz.</b> Véase Rodríguez, Patricia N.....	348
<b>Prudencio-Ferreira, Sandra Helena</b> Véase Tavares Alves, Sandra Geres.....	289

## R

<b>Ramos Ramos, Felipe.</b> Véase Carrillo Domínguez, Silvia.....	400
<b>Rangel, Lisbeth.-</b> Véase Benítez, Betty.....	307
<b>Raselli, Susana.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Rebello Mendes, Renata.-</b> Creatina: o suplemento nutricional para a atividade fisica-Conceitos .....	117
<b>Reboso Pérez, José.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Río, María Esther.-</b> El estado nutricional modifica la efectividad de un suplemento dietario de bacterias lácticas sobre la aparición de patologías de vías respiratorias en niños.....	29
<b>Rincón León, Francisco.</b> Véase Martínez Domínguez, Beatriz.....	219
<b>Rodríguez Rodríguez, E. M.-</b> Concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio en la leche materna y fórmulas de inicio.....	406
<b>Rodríguez, Evelyn.-</b> <i>Clostridium perfringen</i> en carnes crudas y cocidas y su relación con el ambiente en Costa Rica.....	155
<b>Rodríguez, Patricia N.-</b> Dietas desequilibradas y metabolismo energético, óseo y mineral en niños en edad preescolar.....	348
<b>Roma, Stella.</b> Véase Bassan, Norberto.....	249
<b>Romero M., Alejandro.</b> Véase Costa L., Marcia.....	160
<b>Romero R., José.</b> Véase López V., Luis.....	74
<b>Ronayne de Ferrer, Patricia A.</b> Véase Binaghi, María J.....	43
<b>Roncada, María José.</b> Véase Slater Villar, Betzabeth.....	48
<b>Rosales Serna, Rigoberto.</b> Véase Pérez Herrera, Patricia.....	172
<b>Roselló Araya, Marlene.</b> Véase Guzmán Padilla, Sonia.....	63
<b>Ruales, Jenny.</b> Véase Wittig de Penna, Emma.....	91

## S

<b>Saavedra, Javier.</b> Véase Méndez E., Olivia Rosa.....	344
<b>Salazar, María.</b> Véase Chamorro, Germán.....	232
<b>Sáenz, Carmen.-</b> Uso de fibra dietética de nopal en la formulación de un polvo para flan.....	387
<b>Sánchez Álvarez, Vivian.-</b> Expresión génica de interleucina 1 en la deficiencia de proteínas y vitamina A.....	35
<b>Sánchez-Castillo, Claudia P.-</b> The importance of dietary carbohydrates.....	321
<b>Sánchez Rodríguez, Ignacio.</b> Véase Carrillo Domínguez, Silvia.....	400
<b>Sangronis, Elba.-</b> Efecto de la alta presión hidrostática (APH) en la imbibición de agua, tiempos de cocción y microestructura del <i>Phaseolus vulgaris</i> .....	301
<b>Sanz Alaejos, M.</b> Véase Rodríguez Rodríguez, E. M.....	406
<b>Sepúlveda, Cecilia.</b> Véase Charlin, Victor.....	267

<b>Sepúlveda, Elena.</b> Véase Sáenz, Carmen.....	387
<b>Serrano, Lisis.</b> Véase Wittig de Penna, Emma.....	91
<b>Sigarroa González, Antonio.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Simpson R., Ricardo.</b> Véase Costa L., Marcia.....	160
<b>Slater Villar, Betzabeth.-</b> Determinação do consumo de alimentos fontes de vitamina A por gestantes, utilizando o formulário dietético simplificado (FDS).....	48
<b>Solano Liseti</b> Véase Del Real, Sara.....	12
<b>Solano, Liseti</b> Véase Del Real, Sara.....	274
<b>Soto, Delia.</b> Véase Wittig de Penna, Emma.....	91
<b>Suárez, Cristina E.</b> Véase Rodríguez, Patricia N.....	348
<b>Swanson, Barry G.</b> Véase Sangronis, Elba.....	301

### T

<b>Tam Hurtado, Miguel.</b> Véase Sánchez Álvarez, Vivian.....	35
<b>Tavares Alves, Sandra Geres.-</b> Propiedades funcionais de material colagenoso de pés de Frango.....	289
<b>Tenuta Filho, Alfredo</b> Véase Figueredo Procópio de Moura.....	207
<b>Téllez González, M.</b> Véase Orzáez Villanueva, Mª T.....	362
<b>Tirapegui, Julio.</b> Véase Rebello Mendes, Renata.....	117
<b>Torres, María.</b> Véase Charlin, Victor.....	267

### U

<b>Uquiche Carrasco, Edgar.-</b> Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de pimentones verdes ( <i>Capsicum annuum L.</i> ) durante el almacenamiento.....	84
<b>Uquiche Carrasco, Edgar.-</b> Efecto del escaldado y recubrimiento higroscópico sobre la calidad de zanahorias ( <i>Daucus carota var. Chantenay</i> ) pre-cortadas durante el almacenamiento.....	187
<b>Ureta V., Fernando.</b> Véase López V., Luis.....	74

### V

<b>Valencia, Mirta.</b> Véase Binaghi, María J.....	43
<b>Valero Leal, Kutchynskaya.</b> Véase Faria Reyes, José.....	68
<b>Vallejos, Ximena.</b> Véase Sáenz, Carmen.....	387
<b>Vargas, Pablo.</b> Véase Rodríguez, Evelyn.....	155
<b>Vinuesa, Miguel.</b> Véase Bassan, Norberto.....	249
<b>Villarroel, Mario.-</b> Caracterización químico nutricional del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> .....	393
<b>Villarroel Tudesca, Mario.</b> Véase Uquiche Carrasco, Edgar.....	84
<b>Viloria Matos, Alfredo.</b> Véase Moreno-Álvarez, Mario José.....	181
<b>Vinocur, Pablo.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Viteri, Fernando E.</b> Véase Morasso, María del Carmen.....	336
<b>Viquez Rodríguez, Floribeth.-</b> Efecto de la adición de una pectinasa y una celulasa sobre la digestibilidad <i>in vitro</i> del frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ).....	151

### W

<b>Winte, Luis.</b> Véase Río, María Esther.....	29
<b>Wittig de Penna, Emma.-</b> Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor.....	91
<b>Wong, Eric.</b> Véase Berrocal, Darling.....	375

**Wyatt, C. Jane.** Véase Méndez E., Olivia Rosa..... 344

**Y**

**Yáñez, Enrique.** Véase Villarroel, Mario..... 393

**Z**

**Zago, Liliana Beatriz.** Véase Río, María Esther..... 29

**Zeni, Susana N.** Véase Rodríguez, Patricia N..... 348

## INDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 52-2002

### A

<b>Ácido ascórbico</b> , Consumo de, y niveles séricos en hombres adultos fumadores y no fumadores de la CD, de Hermosillo, Sonora, México.....	344
<b>Acido fítico</b> , Aspectos nutricionales e implicaciones analíticas.....	219
<b>Algas marinas</b> , de Baja California Sur, México: valor nutricional.....	
<b>Spirulina (Arthrospira)</b> , Actualización en la farmacología de, un alimento no convencional.....	232
<b>Anemia</b> , Prevalence of, during pregnancy: Results of Valencia (Venezuela), during pregnancy study.....	5
<b>Antígenos alimentarios</b> , Modelo biológico para la detección de,.....	249
<b>Antocianinas</b> , Estabilidad de, en jugos pasteurizados de mora ( <i>Rubus glauucus Benth</i> ).....	181

### B

<b>Bacteria Gram positivas</b> , Aislamiento de, de leche cruda con residuos de antimicrobianos.....	68
<b>Bacterias lácticas</b> , El estado nutricional modifica la efectividad de un suplemento dietario de, sobre la aparición de patologías de vías respiratorias en niños.....	29

### C

<b>Camarão-rosa</b> , Caracterização da fração lipídica de amostras comerciais de,.....	207
<b>Carbohydrates</b> , The importance of dietary,.....	321
<b>Chicken Giblets</b> , Cholesterol and fatty acids profile of Brazilian commercial,.....	203
<b>Clostridium perfringens</b> , En carnes crudas y cocidas y su relacion con el ambiente en Costa Rica.....	155
<b>Creatina</b> , O suplemento nutricional para a atividade física - Conceitos atuais.....	117

### D

<b>Diarrea</b> , Efectos de la, secretora y osmótica sobre la función y morfología del intestino en ratas.....	20
<b>Dietas desequilibradas</b> , y metabolismo energético, óseo y mineral en niños en edad preescolar.....	348

### E

<b>Envejecer</b> , ¿Qué es?.....	257
<b>Escalas</b> , De satisfacción alimentaria-nutricional para representantes madres cuidadoras de niños atendidos en multihogares de cuidado diario.....	137
<b>Escolares chilenos</b> , Ingesta alimentaria en, de procedencia indígena y no indígena de diferente vulnerabilidad social.....	368

### F

<b>Fibra dietética</b> , Uso de, de nopal en la formulación de un polvo para flan.....	387
<b>Frijol</b> , Caracterización física, culinaria y nutricional de, del altiplano subhúmedo de México.....	172
<b>Frijol comun (Phaseolus vulgaris)</b> , Efecto de la adición de una pectinasa y una celulasa sobre la digestibilidad <i>in vitro</i> del,.....	151
<b>Frutas</b> , Consumo de, en una población adulta de Costa Rica.....	63

## G

<b>Grano de amaranto</b> , Distribución de la proteína en fracciones físicas de la molienda y tamizado del.....	167
<b>Grasa</b> , Adiposidad y patrón de, en jóvenes venezolanos por estrato social.....	128

## H

<b>Harina de maíz</b> , Consumo de, precocida y su aporte de hierro y vitamina A en preescolares de bajos recursos económicos.....	274
<b>Harinas de cereales</b> , Aminoácidos esenciales y no esenciales de, infantiles en distintas fases de procesamiento industrial y su relación con índices químicos de la calidad proteica.....	193
<b>Hidrolisados de caseína</b> , Caracterización del perfil peptídico e de aminoácidos em.....	77
<b>Hierro</b> , Deficiencia de, y anemia en mujeres embarazadas en Chaco, Argentina.....	336

## I

<b>Interleucina 1</b> , Expresión génica de, en la deficiencia de proteínas y vitamina A.....	35
---	----

## L

<b>Leche materna</b> , Concentraciones de calcio, magnesio, sodio y potasio en la, y fórmulas de inicio.	
<b>Lípidos y lipoproteínas</b> , Perfil de, en inmigrantes chinos residentes en Costa Rica.....	261
<b>Listeria monocytogenes</b> , en vegetales mínimamente procesados.....	282

## M

<b>Maíz super dulce sh2</b> , Adaptabilidad de granos de híbridos de, al procesamiento industrial. II enlatado.....	381
<b>Mazorcas</b> , Adaptabilidad de, de híbridos de maíz super dulce al procesamiento industrial. I congelación.....	294
<b>Musgo <i>Sphagnum magellanicum</i></b> , Caracterización química nutricional del.....	393

## N

<b>Nutritional supplementation</b> , according to energy and protein requirements in malnourished HIV-infected patients.....	267
--	-----

## O

<b>Oleína de palma</b> , Modificaciones de las lipoproteínas del plasma después del uso dietético de la, en adultos sanos.....	145
--	-----

## P

<b>Pés de frango</b> , Propiedades funcionales de material colagenoso de.....	289
<b>Phaseolus vulgaris</b> , Efecto de la alta presión hidrostática (APH) en la imbibición de agua, tiempos de cocción y microestructura del.....	301
<b>Pimentones verdes (<i>Capsicum annuum L.</i>)</b> , Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de, durante el almacenamiento.....	84
<b>Prácticas alimentarias</b> , en las familias del área rural de Medellín-Colombia.....	55
<b>Productos apícolas</b> , Hábitos de consumo de, en un colectivo de ancianos.....	362
<b>Productos desinfectantes</b> , Acción germicida <i>in vitro</i> de, de uso en la industria de alimentos.....	74
<b>Producto formulado</b> , Calidad nutricional y aceptabilidad de un, con carne de pollo deshuesada mecánicamente, plasma y glóbulos rojos de bovino.....	307

<b>Proteína</b> , Estimación de, potencialmente utilizable en fórmulas infantiles de inicio para neonatos prematuros y de término.....	43
<b><i>Pseudomonas fluorescens</i></b> , Purificación y caracterización de proteasas de, y sus efectos sobre las proteínas de la leche.....	160

## S

<b>Espaguetis</b> , Optimización de una formulación de, enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el adulto mayor.....	91
--	----

## V

<b>Vitamina A</b> , Indicadores de riesgo para la deficiencia de, en menores de 15 años de una comunidad marginal de Valencia, Venezuela.....	12
<b>Vitamina A</b> , Determinação do consumo de alimentos fontes de, por gestantes, utilizando o formulário dietético simplificado (FDS).....	48
<b>Vitaminas</b> , Crenças sobre as, e productos vitamínicos entre universitários de São Paulo.....	241

## Y

<b>Yogur</b> , Evaluación de la actividad de cultivos probióticos sobre <i>Listeria monocytogenes</i> durante la producción y almacenamiento de.....	375
--	-----

## Z

<b>Zanahorias (<i>Daucus carota</i> var. <i>Chantenay</i>)</b> , Efecto del escaldado y recubrimiento higroscópico sobre la calidad de, pre-cortadas durante el almacenamiento.....	187
---	-----

**En Venezuela y hacia y desde todo el mundo,  
en IPOSTEL le ofrecemos**

**SERVICIOS TRADICIONALES de Cartas, Impresos y  
Encomiendas.**



**... y además contamos con novedosos**

**SERVICIOS EXPRESOS**



A nivel nacional ofrecemos: EEE ( Entrega Especial Expresa) es un servicio que le permite enviar documentos y encomiendas a todo el Territorio del país de una forma expresa, económica y segura.



EMS, (Express Mail Service), es un servicio tipo courier que le permite enviar documentos y mercancías a nivel internacional, respondiendo a su necesidad de entrega en tiempo breve y a los precios más económicos del mercado.

**SERVICIOS ELECTRONICOS**

**CORREO ELECTRONICO  
Y KIOSCO INTERNET**

Ipostel habilitó para aquellos usuarios que les gusta navegar en el mundo de la red, kioscos de internet, ubicados en Altamira, C.C.C.T y los Ruices, los cuales disponen de computadoras de fácil acceso a todas aquellas personas interesadas en explorar dentro del campo de la comunicación.



**AUTOMATIZACION  
DE TAQUILLA**

La automatización de taquillas cuenta con modernos accesorios como balanza electrónica e impresora de recibos; esta permite mejorar la atención en las taquillas postales y simultáneamente establecer un control eléctrico de los ingresos por venta de servicios.



**SEGURIDAD Y RASTREO  
POR CODIGO DE BARRA**

El Código de barra permite registrar los datos más importantes de los envíos EMS entrantes y salientes, este sistema actualmente es utilizado a nivel internacional, para envíos EMS.



*Un Mundo de Servicios para Usted...*

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición  
invita a participar en el

# 3<sup>er</sup> Premio Latinoamericano Kellogg's<sup>®</sup> de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana



## *Categorías y Premios:*

PROFESIONAL

US \$ 6,000.00

Placa para el primer autor  
y diplomas para  
los coautores.

ESTUDIANTE

US \$ 3,000.00

Placa para el primer autor  
y diplomas para  
los coautores.

*El premio se entregará durante el XIII Congreso Latinoamericano de Nutrición a celebrarse del 9 al 13 de Noviembre del 2003 en el Centro de Convenciones Acapulco en Acapulco, México.*

El jurado está integrado por:

**Dr. Adolfo Chávez**, Inst. Nal. de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", México.

**Dr. Helio Vannucchi**, Universidad de Sao Paulo, Brasil.

**Dr. Alejandro O'Donnell**, Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil, Argentina.

**Dr. Ricardo Uauy**, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Chile.

**Dr. Fernando Viteri**, Universidad de California, Berkeley, EUA.

*Para consultar las bases del premio:*

*[www.kelloggs-latino.com](http://www.kelloggs-latino.com)*

*[www.slan.ora.mx](http://www.slan.ora.mx)*



**Kellogg's<sup>®</sup>**

**Artes Finales:** Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 993.81.43

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 285.55.29

**Impresión:** Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos: (02) 632.97.17 - 632.74.86