

# ALAN

Volumen 51. N° 2. Junio 2001

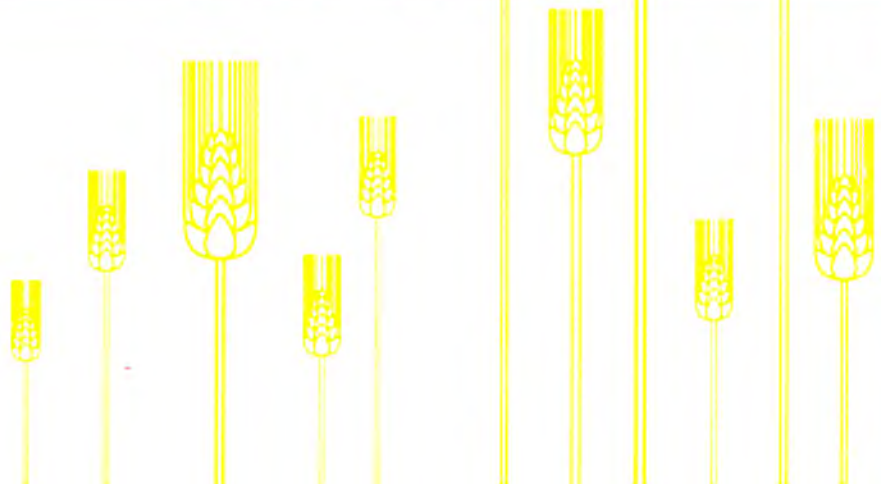
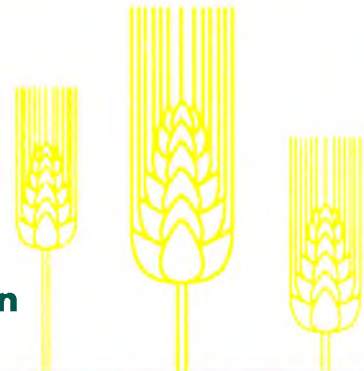
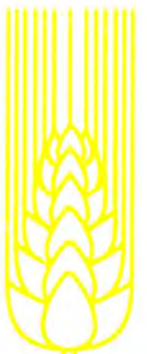
ARCHIVOS

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

LATINOAMERICANOS

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

DE NUTRICION





*Archivos Latinoamericanos de Nutrición* (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

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

**Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

Apartado 62.778. Chacao.  
Caracas 1060. Venezuela, S.A.  
Fax (58.212) 286.00.61

**ENTIDADES PATROCINANTES**

- **Fundación para la Alimentación y Nutrición "José María Bengoa"**  
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**  
Guatemala, Guatemala C.A.
- **INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION.** Venezuela
- **CONICIT.** Venezuela
-  **América Latina**
-  **PRODUCTOS ROCHE,** América Latina
- **Fundación POLAR**
- **Protein Technologies International**  
Caracas, Venezuela
- **Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo. CANIA**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **BASF Venezolana S.A.**
- **Cadipro Milk Products, C.A.**
- **ADM Protein Specialties**
- **Coca-Cola de Venezuela**

- ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION se complace en destacar y agradecer el apoyo económico recibido del CONICIT para la edición sostenida de la revista.  
Bajo la responsabilidad del Capítulo Venezolano de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 51

JUNIO 2001

Nº 2

---

## Contenido

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

#### Nutrición Humana

##### **Nutrition and cataract in low-income Mexicans: experience in an Eye Camp**

Claudia P. Sánchez-Castillo, José Lara, José Romero-Keith, Guillermo Castorena, Antonio R. Villa, Norma López, José Pedraza, Omar Medina, Carolina Rodríguez, Federico Chávez-Peón Medina and W.Philip T. James .....

113

##### **Growth of exclusively breast-fed infants from a poor urban population**

Rubens G. Ricco, Carlos A. Nogueira-de-Almeida, Luiz A. Del Ciampo, Júlio C. Daneluzzi, Maria Lúcia Silveira Ferlin, Gerson Muccillo .....

122

##### **Dietary calcium intake by a group of 13 18-year-old Costa Rican teenagers**

Rafael Monge-Rojas, Hilda P. Nuñez .....

127

#### Bioquímica Nutricional

##### **Efectos de la intervención nutricional sobre las variables antropométricas, la ingesta y las concentraciones de lipidos y lipoproteínas del plasma en niños con dislipidemia**

Flor María Carneiro Muziotti, Virgilio Bosch Román y Melania Izquierdo Rodríguez .....

132

##### **Relación entre el índice de masa corporal durante la gestación en embarazadas adolescentes y adultas, indicadores antropométricos de crecimiento fetal y retardo de crecimiento intrauterino.**

**La Costa, Argentina, 1999**

Andrés Guillermo Bolzán, Luis Manuel Guimarey .....

145

## Nutrición Comunitaria

- Macronutrientes, fibra, ácidos grasos y minerales en almuerzos servidos en un comedor universitario**  
Gisell C. Alfonzo G., Anna María Cioccia R. y Patricio Hevia ..... 151

- Complementary feeding: Study on prevalence of food intake in two Health Centers of São Paulo City**  
Dirce Maria Lobo Marchioni, Maria do Rosário Dias de Oliveira Latorre, Sophia Cornbluth Szarfarc,  
Sônia Buongiorno de Souza ..... 161

## Microbiología de Alimentos

- Resistencia térmica de levaduras en jugo de naranja a diferentes concentraciones de sólidos solubles**  
Zoraida Medina de Salcedo, Betzabé Sulbarán de Ferrer, Alexis Ferrer Ocando y Graciela Ojeda de Rodríguez ..... 167

- Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo L.*) mínimamente procesado por impregnación al vacío**  
Félix Rafael Millán Trujillo, Sonia López Plá, Valentín Roa Tavera, María Soledad Tapia Rita Cava ..... 173

## Ciencia de Alimentos

- Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz super dulce**  
Candelario Camacho, Braunnier Alfonzo, Ligia Ortiz de Bertorelli y Frank De Venanzi ..... 180

- Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortillas de maíz**  
Arámbula Villa Gerónimo, Barrón Ávila Laura, González Hernández J., Moreno Martínez Ernesto y Luna Bárcenas Gabriel..... 187

- Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor kunitz**  
Edna Mayumi Yuahasi Miura, Marco Aurélio R. Binotti, Daliane Souza de Camargo, Ivone Yurika Mizubuti, Elza Iouko Ida ..... 195

- Efeito de diferentes sais de ferro sobre as características sensoriais do “iogurte” de soja**  
Daniela Cardoso Umbelino, Helena Maria André Bolini Cardello, Elizeu Antonio Rossi..... 199

## Tecnología de Alimentos

- Elaboración y caracterización de frejoles fritos tipo “snack” cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia**  
María Luz Hurtado P., Berta Escobar A, Ana María Estévez A. .... 204

## LatinFood. Composición de Alimentos

- Estudo do conteúdo mineral de iogurtes naturais e com sabor de frutas, comercializados na cidade de São Paulo, Brasil**  
Nilva Aparecida Rassinetti Pedro, Elisabeth de Oliveira, Sabrina Penazzi Fili e Darilena Monteiro Porfírio..... 210

- NUEVOS LIBROS** ..... 216

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the  
Latin American Society of Nutrition

---

VOL 51

JUNE 2001

Nº 2

---

## Contents

Pages

### RESEARCH PAPERS

#### Human Nutrition

##### **Nutrition and cataract in low-income Mexicans: experience in an Eye Camp**

Claudia P. Sánchez-Castillo, José Lara, José Romero-Keith, Guillermo Castorena, Antonio R. Villa,  
Norma López, José Pedraza, Omar Medina, Carolina Rodríguez, Federico Chávez-Peón Medina  
and W.Philip T. James .....

113

##### **Growth of exclusively breast-fed infants from a poor urban population**

Rubens G. Ricco, Carlos A. Nogueira-de-Almeida, Luiz A. Del Ciampo, Júlio C. Daneluzzi,  
Maria Lúcia Silveira Ferlin, Gerson Muccillo .....

122

##### **Dietary calcium intake by a group of 13 18-year-old Costa Rican teenagers**

Rafael Monge-Rojas, Hilda P. Nuñez .....

127

#### Nutritional Biochemistry

##### **Effects of nutritional intervention on anthropometric variables, intake, serum lipids concentrations and plasma lipids and lipoproteins in dyslipidemic children**

Flor María Carneiro Muziotti, Virgilio Bosch Román and Melania Izquierdo Rodríguez .....

132

##### **Relationships between body mass index during pregnancy in adolescent and adult mothers, anthropometric indicators of fetal growth and intrauterine growth retardation. La Costa, Argentina**

Andrés Guillermo Bolzán, Luis Manuel Guimarey.....

145

## Community Nutrition

**Macronutrients, fiber, fatty acids and minerals in meals served in a university dining room**  
Gisell C. Alfonzo G., Anna María Cioccia R. and Patricio Hevia ..... 151

**Complementary feeding: Study on prevalence of food intake in two Health Centers of São Paulo City**  
Dirce Maria Lobo Marchioni, Maria do Rosário Dias de Oliveira Latorre, Sophia Cornbluth Szarfarc,  
Sônia Buongiorno de Souza ..... 161

## Food Microbiology

**Thermal resistance of yeasts in orange juice at different concentrations of soluble solids**  
Zoraida Medina de Salcedo, Betzabé Sulbarán de Ferrer, Alexis Ferrer Ocando and Graciela Ojeda de Rodríguez 167

**Microbiological stability study of minimally processed cantaloupe (*Cucumis melo L.*) by vacuum impregnation**  
Félix Rafael Millán Trujillo, Sonia López Plá, Valentín Roa Tavera, María Soledad Tapia Rita Cava ..... 173

## Food Science

**Suitability study for super sweet corn on the ears hybrids under refrigerated conditions, evaluating chemicals microbiologicals and sensorials characteristics**  
Candelario Camacho, Braunnier Alfonzo, Ligia Ortiz de Bertorelli and Frank De Venanzi ..... 180

**Effects of cook and steep time of nixtamalized corn grain (*Zea mays L.*) on the physicochemical, rheological, structural and textural characteristics of grain, masa and tortillas**  
Arámbula Villa Gerónimo, Barrón Ávila Laura, González Hernández J., Moreno Martínez Ernesto  
and Luna Bárcenas Gabriel..... 187

**Biological evaluation of soybean line with low trypsin inhibitor activities**  
Edna Mayumi Yuhasi Miura, Marco Aurélio R. Binotti, Daliane Souza de Camargo, Ivone Yurika Mizubuti,  
Elza Iouko Ida ..... 195

**Effect of iron salts addition on the sensory characteristics of soy yogurt**  
Daniela Cardoso Umbelino, Helena Maria André Bolini Cardello, Elizeu Antonio Rossi..... 199

## Food Technology

**Processing and characterization of fried beans varieties Pinto 114, Suave 85 and Tórtola Inia**  
María Luz Hurtado P., Berta Escobar A, Ana María Estévez A. .... 204

## Latin Foods. Food Composition

**Study of the mineral content of natural or fruits yogurts from State of São Paulo, Brazil**  
Nilva Aparecida Rassinetti Pedro, Elisabeth de Oliveira, Sabrina Penazzi Filli and Darilena Monteiro Porffrio 210

**NEW BOOKS** ..... 216

## Nutrition and cataract in low-income Mexicans: experience in an Eye Camp

*Claudia P. Sánchez-Castillo, José Lara, José Romero-Keith, Guillermo Castorena, Antonio R. Villa, Norma López, José Pedraza, Omar Medina, Carolina Rodríguez, † Federico Chávez-Peón Medina and W.Philip T. James*

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México

**RESUMEN. Nutrición y catarata en mexicanos de bajo ingreso: experiencia en un campamento de cirugía de ojos.** Durante los últimos 10 años se han llevado a cabo en México Campamentos Quirúrgicos para el tratamiento de catarata en sujetos de escasos recursos. A pesar de la alta prevalencia de catarata, nunca se ha valorado el estado de nutrición ni de salud de éstas poblaciones. En este estudio comparamos los resultados obtenidos en 81 adultos (44 hombres y 37 mujeres) que recibieron tratamiento en Mayo de 1977, con los de un grupo "control" de sujetos de mayor afluencia, pareados para edad y sexo. Se valoraron los niveles de  $\alpha$ -tocoferol y  $\beta$ -carotenos los cuales se analizaron con HPLC y colorimetría respectivamente. La relación tocoferol:colesterol en plasma no reveló deficiencia de ésta vitamina, y se encontraron niveles plasmáticos bajos de  $\beta$ -carotenos en solo 5 sujetos (2 hombres y 3 mujeres). Los IMC se encontraron elevados: 32% de hombres y 30% de las mujeres con sobrepeso y 2% y 14% obesos respectivamente. Los valores de glucosa, colesterol y triglicéridos fueron altos lo que refleja un aumento en la resistencia a la insulina y anomalías en los lípidos. Los valores de fosfatasa alcalina se encontraron elevados lo que sugiere que muchos de estos pacientes ciegos padecen osteomalacia ya que permanecen confinados a su hogar. Aunque se ha sugerido que una ingesta adecuada de carotenos y tocoferol están asociadas a ausencia de catarata, ese no fue el caso en la población estudiada. Estudios en el país revelan, sin embargo, la deficiencia altamente prevalente de otras vitaminas tales como la niacina y la riboflavina cuyos efectos protectores en catarata han sido comprobados. En el México moderno por lo tanto, coexisten las deficiencias nutricias, la obesidad, la diabetes incipiente y las alteraciones en los lípidos. Hemos identificado la necesidad de que se inicien investigaciones que apoyen programas preventivos de nutrición a nivel poblacional que pudieran ser implementados paralelamente al tratamiento quirúrgico. ↵

**Palabras clave:** Catarata, cirugía, nutrición,  $\alpha$ -tocoferol, caroteno, pobreza.

**SUMMARY.** Surgical Eye-camps for cataract treatment of low-income adult Mexicans have been undertaken over the last 10 years. Despite the high prevalence of cataracts among these subjects, no assessment of their nutritional or health status has ever been made. We compare the results obtained for 81 adults (44 men and 37 women) who received treatment in May 1977 with those for a "control" group of age and sex-matched but affluent individuals in Mexico City.  $\alpha$ -Tocopherol and  $\beta$ -carotene were assessed and analysed by HPLC and colorimetric procedures, respectively. The plasma tocopherol to cholesterol ratio did not reveal deficiencies of this vitamin, and only 5 patients (2 men and 3 women) had low  $\beta$ -carotene plasma levels. The patients had high BMI values, with 32% of men and 30% of women overweight, and 2% and 14%, respectively, obese, with higher glucose, cholesterol and triglyceride values reflecting enhanced insulin resistance and lipid abnormalities. The alkaline phosphatase values were elevated, suggesting that many of these blind patients are osteomalacic because they now remain indoors. Although it has been suggested that an adequate intake of carotenes and tocopherol are associated with absence of cataract, this appears not to be the case in our study population. Surveys in Mexico have revealed, however, a highly prevalent deficiency of other vitamins such as niacin and riboflavin, both of which have been proved to be protective against cataract. It appears that nutritional deficiencies, obesity, incipient diabetes and lipid disorders co-exist in modern Mexico. We have identified a need for research to aid the design of preventive nutritional approaches at the population level that could be applied in parallel with ongoing surgical treatment. ↵

**Key words:** Cataract, surgery, nutrition,  $\alpha$ -tocopherol, carotene, low income.

### INTRODUCTION

Cataracts are an enormous public health problem throughout the world with almost half of the cases occurring in the developing countries. By the year 2025, it is estimated that 40 million people in the world will be blinded by cataract. The morbidity associated with cataract blindness is obvious,

but the problem transcends suffering alone and enhances mortality: in a prospective cohort study in rural India between 1982 and 1986, people with central lens opacities had a greater (2.2) relative risk of dying than those without cataract, presumably because of the handicap and neglect of blind people in developing countries. (1, 2)

The prevalence of blindness in Latin America is 2-3.5 per thousand inhabitants which translates to a prevalence of 230,000 patients with cataract blindness in Mexico.

A cataract occurs when the lens loses its normal transparency, either focally or diffusely, and there is then an interference with the passage of light through the lens. The location, size and density of the lens opacities determine the extent of visual impairment (3); of the many different kinds of cataract, i.e. congenital, metabolic, traumatic, toxic and age-related or senile, the last is the commonest. Age-related cataract usually begins after the age of 40 years. Although the development of such cataracts may represent a process of senescence, the biochemistry and physiology remain poorly understood. The incidence of cataract is linked to poverty; there is a 2 to 10 fold difference across the socio-economic spectrum (3,4).

It is clear that there is an urgent need to identify the causes of cataract so that preventive policies may be developed in addition to the current attempts to organise and train sufficient numbers of ophthalmologic surgeons and assistants to deal with the current numbers of blind people.

The mechanisms that bring about a loss of transparency include oxidation, osmotic stress, and chemical adduct formation. Risk factors for cataract include diabetes, excessive radiation e.g. from X-rays or ultraviolet light, the impact of some nutritional problems and possibly acute episodes of dehydration and the use of some pharmaceutical substances. There are clearly interactions between risk factors (5,6). A whole series of nutrients have been found to be statistically associated with the absence of cataract in case-control and in prospective studies. Several studies have shown a significant association between high intakes of carotenoids and lowered risk of cataracts (7). More detailed U.S. prospective studies suggested that plasma tocopherol was protective but only for certain types of cataract (8). The Chinese Linxian cataract analysis with nutrient supplements amounting to 3 times the US RDA (9) and involving nearly 30,000 people in four different, double-blind, randomly selected supplementation groups found the riboflavin/niacin complex to be very protective over a 6 year period of supplementation. The other antioxidant vitamins, i.e. vitamin C, vitamin E and the carotenoids, were studied but failed to show significant reductions (10). In a careful large case-control U.S. study, those consuming multivitamin preparations or antioxidants (including riboflavin) and those taking niacin, thiamine and iron were also protected (11).

Theoretically, the antioxidants have seemed to be potentially important because oxidative stresses induce the lens protein changes that lead to opacities.

Surgical Eye-camps for cataract treatment of poor adult Mexicans have been undertaken routinely over the last 10 years. Despite the high prevalence of cataracts, no assessment

of the nutritional or health status of the subjects has ever been undertaken.

Therefore, we decided to assess, in a cross-sectional study, the general nutritional status of all patients with cataracts selected for the 1997 Eye Camp, and specifically the antioxidants that are not subject to marked plasma fluctuations because of very recent intakes. The  $\alpha$ -tocopherol and carotenoid state of the patients was therefore assessed and compared with that of a smaller, relatively affluent, group of age and sex-matched adults living in Mexico City.

## MATERIALS AND METHODS

The study was undertaken in the small town of Tetecala, Morelos in May 1997, where an Inter-institutional collaborative Surgical and Nutritional Campaign on Cataract took place involving: the non-profit international organisation The PRASAD Project; PRASAD de México AC (Mexican branch); The National Program of Beyond the Walls Surgery from the Ministry of Health, Mexico; the Association for the Prevention of Blindness (APEC), the Ministry of Social Welfare from the State of Morelos, the institution for the Comprehensive Development of the Family (DIF), the National Institute of Nutrition Salvador Zubirán (INNSZ) and Fundación Clínica Médica Sur.

The subjects had the procedures of the study explained and all agreed, both verbally and in writing, to participate. Procedures included a general questionnaire, anthropometric measurements and blood samples. The study was approved by the Ministry of Health and all procedures were in accordance with the Helsinki Declaration (12).

### **Selection of the population, preoperative assessment and surgical procedure**

The recruitment of patients was undertaken by the Ministry of Social Welfare and DIF, who located the patients and launched a TV/radio campaign to increase the number of recruits. Patients were asked to attend the 2 main regional (National Health) hospitals, where they were assessed for their socio-economic status and suitability for surgical treatment.

A total of 81 low-income adults were studied, 44 men and 37 women aged between 26 and 104 years. Eighty of the subjects were natives of the State of Morelos, the other patient was from the State of Hidalgo. The men were involved in activities such as agriculture, bricklaying, driving, mechanics and house painting, while the women were housewives, employed as a laundress or in helping in the fields. All the subjects were considered to be very poor and unable to contribute to the costs of their surgical treatment.

Patients with infectious processes, chronic renal insufficiency, hepatopathies and uncontrolled diabetes were

excluded, as were those who, in addition to cataract, had other ocular disease. None of the patients was taking vitamin supplementation.

Pre-operative assessment for each selected patient and surgical risk tests (clinical history, vital signs and general conditions, electrocardiogram and laboratory analysis) were undertaken. Visual acuity pre-operative tests verified that all patients had poor visual acuity associated, in most cases, with an age-related cataract. In all patients, asepsis was undertaken (cleansing of the area in both eyes); 75 patients with a very dense cataract had an extracapsular cataract extraction (ECCEPC) and the other 6 patients in whom the cataract was not very dense had phacoemulsification (PHA20J).

#### **Age and sex-matched healthy control**

Thirty-four healthy volunteers, 19 men aged between 27 and 67 years, and 15 women aged 33-79 years, from a more affluent environment in Mexico City were recruited from Médica Sur, where they attended for routine check up. They had no cataract or visual impairment. The healthy subjects were matched for age and sex with a subgroup of cataractous patients in order to determine whether differences were found in the variables measured.

#### **Nutrition research study**

Standardized anthropometric measurements were taken, by a single observer, to be used singly or in combination with derived indices of nutritional status. The following anthropometric measurements were taken to calculate indices for the assessment of nutritional status: Body weight (Wt), without shoes and with minimum clothing, was recorded for all subjects. Digital scales were used to measure Wt to the nearest 0.1 kg. (Soehnle), (CMS Weighing equipment LTD, 18 Camden High Street London NW1 OJH, UK) (13); Height (Ht) was measured, with subjects wearing minimal clothing and without shoes or accessories that could affect the measurement using a Harpenden portable stadiometer, (CMS Weighing equipment LTD, 118 Camden High Street London NW1 OJH, UK), with a 0.001 m scale.

Mid upper arm (MUAC) and waist circumference were measured, for all subjects, with a flexible steel tape (CMS Weighing Equipment LTD, 18 Camden High Street London NW1 OJH, UK). Waist circumference was measured at the level of the natural waist, which is the narrowest part of the torso. In obese subjects, due to the difficulty in identifying the position of the natural waist, the measurement was made midway between the last rib and the iliac crest. Hip circumference was taken at the maximum level of the buttocks (14).

Triceps, subscapular and suprailiac skinfold thicknesses were measured in subjects aged  $\geq 17$  years with Holtain

skinfold calipers (CMS Weighing equipment LTD, 18 Camden High Street London NW1 OJH, UK) (15). The measurements were taken in triplicate and the average of these was recorded.

Several indices were calculated to classify malnutrition and overnutrition. Body mass index (BMI) was calculated as:  $Wt(kg)/Ht^2(m^2)$ . BMI was used to assess overweight via the classification proposed by WHO (16).

Body fat content was calculated by the method of Durnin & Womersley (15).

Another derived index in subjects  $\geq 12$  years of age was the waist/hip circumference ratio (WHCR), which is considered a simple method for describing the distribution of both subcutaneous and intra-abdominal adipose tissue (17).

An estimation of height was made from knee height in subjects aged 50 or more. The equations developed by Chumlea et al. (18) were used to calculate height in cm.

#### **Blood sampling and analysis**

Patients were asked to fast at least 12 hours before blood samples were taken. Vacuum blood tubes containing EDTA anticoagulant were used to collect the blood samples for haematological tests. A separate blood sample was taken into specially treated tubes for the determination of vitamin E and  $\beta$ -carotene. These blood samples were immediately centrifuged in a Beckman G5-15R centrifuge (Beckman Instruments INC) at 3000 rpm for 10 minutes. Serum was then carefully separated with Pasteur pipettes and placed into 2 ml Eppendorf tubes. The samples were covered with aluminium foil to protect them from light. They were then placed in solid  $CO_2$ , covered, and sent to the laboratory at the National Institute of Medical Sciences and Nutrition in Mexico City, where they were stored frozen at  $-70^\circ C$ .

#### **Laboratory analysis**

The biochemical tests performed were: glucose, total protein, albumin, bilirubin, cholesterol, triglycerides, sodium, potassium, chloride, magnesium, calcium, phosphorus, iron, creatinine, urea nitrogen, alkaline phosphatase. These were analysed on a Synchron CX5 instrument (Beckman Instrument Inc.). For the quality control of all the analyses except bilirubin, liquid control serum levels 1, 2 and 3 were run with the instrument (Beckman Synchron controls, Clinical System, 1995). For the analysis of total and direct bilirubins, Ultimate-D- Billirubin Kontrollserum levels 1, 2, and 3 were used (Beckman Instrument GmbH). Haemoglobin was analysed in a Coulter Equipment instrument.

The concentrations of vitamin E and  $\beta$ -carotenes were measured as follows: the  $\alpha$ -tocopherol fraction was extracted and analyzed by reverse-phase HPLC as described by Hatam & Kayden (19): For serum  $\alpha$ -tocopherol analysis, 0.35 ml of sample was mixed with 2 ml of absolute ethanol (containing

1% pyrogallol), 0.1 ml of concentrated HCl and 6 ml of *n*-hexane. Tubes were vortex mixed for 2 minutes and the hexane phase was removed and the sample was dried under nitrogen gas. The dried extract was solubilized in 0.6 ml of methanol and this solution was filtered using nylon filters (4 mm, 0.2 µm; Waters Corp. Milford, MA, USA). The reversed phase HPLC analysis of  $\alpha$ -tocopherol was performed with a Waters model 510 pump, model 486 UV/VIS detector and model 746 data module. A 3.9mm x 150 mm Novopak C<sub>18</sub> column (Waters Corp. Milford, MA, USA) was used. The eluant (pure methanol) was pumped at a rate of 1ml/minute. The tocopherols were detected by measuring absorbance at 292 nm and the data were integrated and processed by a data module. The  $\alpha$ -tocopherol content was calculated from a standard curve, which was constructed using USPC standard ( $r=0.9994$ ). Results were expressed as the average of duplicate extractions and injections. Pyragallol and (+)- $\alpha$ -tocopherol were obtained from Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA). The USP standard of *dl*  $\alpha$ -tocopherol was purchased from USPC, Inc. (Rockville, MD, USA). Methanol, ethanol and *n*-hexane HPLC grade were obtained from Mallinckrodt Baker, Inc. (Paris, KY, USA). Reference samples were analysed with each batch, with standard additions being used to assure the quality of analysis. A known amount of  $\alpha$ -tocopherol was added to tubes containing reagents and plasma samples, and recoveries were calculated. The recovery of  $\alpha$ -tocopherol in all samples ranged between 94 and 100%.

The  $\beta$ -carotene contents were determined in duplicate by colorimetry (20,21). Carotene was extracted with petroleum ether (2ml)(Merck: anhydrous, 99% ACS), to separate it from interfering substances in the serum (1ml). Because of its hydrophobic properties, carotene binds to serum proteins. Ethyl alcohol (2ml) (Merck: 9% ACS) was added to break this complex and to free the carotene. After vortex mixing, the tubes were centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes. Finally, the absorbance of the supernatant at 405 nm was measured, using a petroleum ether blank. A stock solution consisting of 100 mg of  $\beta$ -carotene (Merck: 95% ACS), plus 13 ml of chloroform (Merck: 99.8% ACS) in 100 ml of petroleum ether was diluted 100 times to make up the standard curve ( $r=0.9996$ ,  $m=0.003$ ,  $b=0.011$ ). A reference sample was analysed with each batch (CV= 2.5%,  $n=5$ ).

### Statistical analysis

The statistical analysis included the summary values of the mean and standard deviation. All analyses were divided by sex and compared with the control group of affluent, age and sex-matched individuals. Student's *t*-test was used for the comparison of continuous variables with a similar to normal distribution; otherwise, the Mann-Whitney non-parametric test was used. The Statistical Package for Social Sciences, SPSS-PC v.5.0 (22) was used for all the analyses.

## RESULTS

Table 1 shows the general anthropometric data and Table 2 the general biochemistry. Each Table includes the subgroup of 34 affluent age and sex-matched healthy volunteers from Mexico City. Over 70% of subjects were elderly (>60 years) and no statistically significant difference was found between the elderly and the other adults for any of the variables studied. It is evident, however, that there are a number of differences between the men and women, and between the cataract patients and the healthy controls. Noteworthy is the high BMI of the cataract patients, especially the women, 30% ( $n=11$ ) of whom were overweight and 14% ( $n=5$ ) obese compared with 32% ( $n=14$ ) overweight and 2% ( $n=1$ ) obese male patients. These observations were confirmed by the skinfold measurements, which showed that these patients had markedly excessive body fat, especially the women, so the shorter height of the patients (Table 1) was not distorting the significance of the high BMI values, and by recalculating the height from knee height (not shown). Only 4, (2 men and 2 women), patients had BMI<18.5. The excess adiposity was confirmed with women subjects having significantly ( $p<0.00001$ ) higher biceps and triceps skinfold than men, but men in the affluent control group had significantly ( $p<0.001$ ) higher triceps skinfold thickness than the low-income subjects.

The prevalence of abdominal obesity in women with cataract, based on waist measurements and WHO cut-off points, based on those proposed by Han et al (17), was high, with 27% of women having elevated values (>80 cm). The prevalence of values in excess of the suggested sex-specific WHO limits (>94 cm) in men with cataract was only half that of women. Of the overweight women, 19% had values above the upper cut-off point of 88 cm, compared with only 2% of overweight men who exceeded their upper cut-off point of 102 cm. However, there was no significant difference in BMI between cases and controls for either men or women.

The biochemical values (Table 2) of the cataract patients were surprising. Both men and women had somewhat higher values than the healthy controls for many indices. All samples were taken in an equivalent manner, i.e. after 12 hours fast, and analyzed by the same laboratory, which routinely used quality control checks. However, the blood samples of the cataract patients were taken at a follow-up, post-operative visit that often involved the cataract patients in a long journey, so they may have been considerably dehydrated by the time the samples were taken.

Glucose levels were high (>126mg/dl) in 39% ( $n=17$ ) of men and 27% ( $n=10$ ) of women with cataract. Almost 50% of men and women had high (>161 mg/dl) trygliceride levels, and 74% and 64% of men and women, respectively, had total cholesterol levels in excess of 200 mg/dl.

TABLE 1  
Anthropometric measurements (mean  $\pm$  SD) and derived indices in 81 cataract patients and in healthy affluent controls

Variable	Cataract group			Subgroup comparisons					
	Men (n=44)	Women (n=37)	p	Men			Women		
				Cataract/ poor (n=19)	Healthy/ affluent (n=19)	p	Cataract/ poor (n=15)	Healthy/ affluent (n=15)	p
	Mean $\pm$ SD								
Age (yrs)	65.4 $\pm$ 14.6	67.2 $\pm$ 14.4	0.58	53.5 $\pm$ 11.8	52.8 $\pm$ 11.7	0.72	55.7 $\pm$ 13.9	56.1 $\pm$ 13.3	0.9
Weight (kg)	61.3 $\pm$ 11.6	54.7 $\pm$ 11.6	<0.01	65.1 $\pm$ 9.8	80.3 $\pm$ 12.7	0.0009	58.7 $\pm$ 11.2	62.7 $\pm$ 10.9	0.2
Height (m)	1.60 $\pm$ 0.07	1.46 $\pm$ 0.06	<0.00001	1.62 $\pm$ 0.05	1.69 $\pm$ 0.05	0.0001	1.49 $\pm$ 0.06	1.55 $\pm$ 0.06	0.013
BMI	23.8 $\pm$ 3.4	25.5 $\pm$ 5.0	0.07	24.7 $\pm$ 3.3	27.8 $\pm$ 3.6	0.33	26.3 $\pm$ 4.6	26.1 $\pm$ 4.4	1.0
Waist circum. (cm)	78.9 $\pm$ 11.6	75.1 $\pm$ 12.7	0.16	79.7 $\pm$ 8.3	91.9 $\pm$ 11.6	0.0006	76.0 $\pm$ 14.6	79.4 $\pm$ 11.0	0.4
Hip circum. (cm)	80.4 $\pm$ 8.1	85.3 $\pm$ 12.5	<0.03	80.9 $\pm$ 5.8	91.2 $\pm$ 9.4	0.0002	87.5 $\pm$ 15.3	92.4 $\pm$ 8.8	0.1
W/H ratio *	0.98 $\pm$ 0.08	0.88 $\pm$ 0.07	<0.00001	0.98 $\pm$ 0.07	1.01 $\pm$ 0.05	0.137	0.86 $\pm$ 0.08	0.85 $\pm$ 0.07	0.7
<b>Skinfolds:</b>									
Biceps (mm)	5.1 $\pm$ 1.8	9.1 $\pm$ 5.5	<0.00001	5.4 $\pm$ 1.5	8.5 $\pm$ 3.5	0.003	10.8 $\pm$ 5.3	10.2 $\pm$ 5.0	0.7
Triceps (mm)	9.3 $\pm$ 2.8	17.3 $\pm$ 6.8	<0.00001	9.9 $\pm$ 2.5	15.0 $\pm$ 5.7	0.001	19.4 $\pm$ 6.9	20.4 $\pm$ 7.9	0.9
Subscapular(mm)	15.0 $\pm$ 6.4	18.1 $\pm$ 9.0	.07	16.4 $\pm$ 6.4	18.5 $\pm$ 6.8	0.49	19.8 $\pm$ 9.3 $\pm$	20.1 $\pm$ 9.1	0.96
Suprailiac (mm)	16.1 $\pm$ 8.3	18.1 $\pm$ 10.3	0.33	17.7 $\pm$ 8.9	19.6 $\pm$ 7.4	0.5	21.6 $\pm$ 11.3	22.0 $\pm$ 8.9	0.71
MUAC <sup>†</sup> (cm)	26.9 $\pm$ 3.6	27.3 $\pm$ 4.8	0.68	28.9 $\pm$ 3.3	30.9 $\pm$ 2.5	0.04	28.7 $\pm$ 4.9	30.1 $\pm$ 3.5	0.4
Body Fat (%)	23.2 $\pm$ 6.2	34.8 $\pm$ 6.5	<0.0001	24.1 $\pm$ 5.2	27.4 $\pm$ 6.0	0.107	33.8 $\pm$ 6.4	35.9 $\pm$ 7.2	0.443
MUAMC <sup>‡</sup> (cm)	24.0 $\pm$ 3.0	21.9 $\pm$ 3.3	<0.001	25.9 $\pm$ 3.0	26.2 $\pm$ 2.2	0.287	22.7 $\pm$ 3.5	23.7 $\pm$ 1.3	0.044
MUAMA <sup>§</sup> (cm <sup>2</sup> )	46.6 $\pm$ 12.1	38.9 $\pm$ 12.6	<0.001	54.0 $\pm$ 13.2	55.2 $\pm$ 9.5	0.287	41.7 $\pm$ 14.1	44.7 $\pm$ 5.0	0.044
MUAFA <sup>¶</sup> (cm <sup>2</sup> )	12.1 $\pm$ 4.6	22.2 $\pm$ 12.0	<0.0001	13.8 $\pm$ 4.5	21.6 $\pm$ 8.6	0.002	25.8 $\pm$ 15.0	28.2 $\pm$ 13.1	0.787

\* Waist-Hip ratio; <sup>†</sup> Mid-upper arm circumference (cm); <sup>‡</sup>BMI, Body Mass Index; <sup>§</sup>MUAC, mid-upper-arm circumference; <sup>¶</sup>W/H ratio, waist to hip ratio; <sup>¶</sup>MUAMC, mid-upper-arm muscle circumference; <sup>¶</sup>MUAMA, mid-upper-arm muscle area; <sup>¶</sup>MUAFA, mid-upper-arm fat area.

TABLE 2  
Biochemical analysis of low income subjects with cataract and in healthy affluent controls

Variable	Cataract group			Subgroup comparisons					
	Men (n=44)	Women (n=37)	p	Men			Women		
				Cataract/ poor (n=19)	Healthy/ affluent (n=19)	p	Cataract/ poor (n=15)	Healthy/ affluent (n=15)	p
	Mean $\pm$ SD								
Glucose (mg/dl)	127.8 $\pm$ 79.3	116.7 $\pm$ 40.2	0.71	145.6 $\pm$ 107.7	110.1 $\pm$ 56.0	0.03	117.8 $\pm$ 42.0	109.1 $\pm$ 57.2	0.16
Proteins, Total (mg/dl)	8.8 $\pm$ 1.04	8.7 $\pm$ 1.0	0.83	8.9 $\pm$ 1.1	6.7 $\pm$ 0.5	<0.0001	9.0 $\pm$ 1.1	7.2 $\pm$ 0.7	<0.0001
Bilirubin, Total (mg/dl)	0.93 $\pm$ 0.25	0.77 $\pm$ 0.2	0.006	0.92 $\pm$ 0.21	0.86 $\pm$ 0.23	0.3	0.73 $\pm$ 0.20	0.87 $\pm$ 0.33	0.32
Bilirubin, Direct (mg/dl)	0.14 $\pm$ 0.08	0.09 $\pm$ 0.05	0.002	0.16 $\pm$ 0.09	0.13 $\pm$ 0.06	0.58	0.10 $\pm$ 0.05	0.10 $\pm$ 0.08	0.68
Bilirubin, Indirect (mg/dl)	0.80 $\pm$ 0.22	0.68 $\pm$ 0.17	0.02	0.79 $\pm$ 0.20	0.73 $\pm$ 0.20	0.4	0.62 $\pm$ 0.16	0.77 $\pm$ 0.28	0.08
Alkaline Phosphatase (IU/L)	-	-	-	110.5 $\pm$ 33.4	65.5 $\pm$ 19.6	<0.0001	140.9 $\pm$ 102	70.1 $\pm$ 15.9	<0.0001
Cholesterol, Total (mg/dl)	227.6 $\pm$ 49.9	233.2 $\pm$ 49.5	0.63	224.2 $\pm$ 50.0	207.8 $\pm$ 61.0	0.11	225.9 $\pm$ 50.2	218.9 $\pm$ 34.8	0.6
Triglycerides (mg/dl)	181.6 $\pm$ 157.4	178.7 $\pm$ 102.2	0.93	229.8 $\pm$ 204.8	176.8 $\pm$ 116	0.11	178 $\pm$ 125.0	137.4 $\pm$ 76.5	0.41
Na (mEq/l)	150.8 $\pm$ 8.4	149.3 $\pm$ 9.2	0.47	149.5 $\pm$ 8.3	136.2 $\pm$ 4.5	<0.0001	150.0 $\pm$ 9.2	140.3 $\pm$ 7.0	0.004
K (mEq/l)	4.6 $\pm$ 0.7	4.4 $\pm$ 0.6	0.35	4.4 $\pm$ 0.5	3.9 $\pm$ 0.3	0.001	4.4 $\pm$ 0.7	4.0 $\pm$ 0.4	0.14
Cl (mEq/l)	115.8 $\pm$ 5.9	114.9 $\pm$ 7.5	0.55	115.0 $\pm$ 5.8	106.2 $\pm$ 4.4	<0.0001	115.5 $\pm$ 7.6	108.5 $\pm$ 6.5	0.005
Mg (mg/dl)	2.6 $\pm$ 0.3	2.6 $\pm$ 0.3	0.76	-	-	-	-	-	-
Ca (mg/dl)	11.3 $\pm$ 0.7	10.9 $\pm$ 1.3	0.06	11.4 $\pm$ 0.8	10.0 $\pm$ 0.8	<0.0001	10.6 $\pm$ 1.9	10.4 $\pm$ 0.9	0.04
P (mg/dl)	3.9 $\pm$ 0.7	4.6 $\pm$ 1.3	0.005	3.9 $\pm$ 0.7	3.6 $\pm$ 0.4	0.10	4.9 $\pm$ 1.9	4.0 $\pm$ 0.6	0.10
Fe ( $\mu$ g/dl)	72.6 $\pm$ 33.1	71.1 $\pm$ 30.5	0.84	-	-	-	-	-	-
Creatinine (g/dl)	1.03 $\pm$ 0.48	0.78 $\pm$ 0.20	0.006	0.99 $\pm$ 0.28	0.96 $\pm$ 0.23	0.95	0.71 $\pm$ 0.11	0.92 $\pm$ 0.12	0.0002
Urea Nitrogen (mg/dl)	16.3 $\pm$ 7.9	16.1 $\pm$ 7.6	0.95	15.6 $\pm$ 7.2	15.2 $\pm$ 4.0	0.8	14.2 $\pm$ 4.0	15.6 $\pm$ 3.5	0.23
Albumin (mg/dl)	4.0 $\pm$ 0.5	3.9 $\pm$ 0.4	0.42	4.0 $\pm$ 0.6	4.1 $\pm$ 0.4	0.5	3.9 $\pm$ 0.4	4.4 $\pm$ 0.4	0.0075

In the affluent control group, high glucose levels were less prevalent, 16% (n=3) and 13% (n=2) for men and women, respectively, whereas the prevalence (47% and 27%) of high triglyceride values was lower than in the cataract patients for men but specially for women, however, no statistically significant differences were observed between groups. There was no statistically significant difference in plasma cholesterol between either men or women with cataract or between cases and controls.

Most unexpected were the elevated alkaline phosphatase values, which clearly did not signify obstructive liver disease, since the bilirubin fractions were within a normal range. This suggests that many of these patients were osteomalacic, despite living in a semi-tropical environment.

Anaemia (Hb <14 g/dl) was found in 25% (n=11) of the low-income men. Mean haemoglobin values (not shown in table) in these cataract patients were 14.8 ( $\pm$  2.2) g/dl and 13.8 ( $\pm$  1.0) g/dl for men and women, respectively.

Table 3 lists the means ( $\pm$  SD) of the plasma levels of  $\alpha$ -tocopherol (absolute values) and those for  $\beta$ -carotene. The  $\alpha$ -tocopherol values were standardized with lipids, using the ratio of tocopherol ( $\mu$ mol) to cholesterol (mmol) as described

by Thurnham (23). The ratios for the cataract patients ranged from 3.2 to 7.5 in men and from 2.1 to 5.9 in women. Only 1 woman in the cataract group and 1 woman in the control group were found with a ratio < 2.5, which is the threshold established to assess deficiency (23).

In the cataract group, 96% of men (n=42) and 89% of women (n=33) had normal  $\beta$ -carotene values ranging from 0.57 to 3.08  $\mu$ g/ml and from 0.79 to 3.85  $\mu$ g/ml for men and women, respectively.

There was no evidence that the values for the cataract patients were lower than those for the healthy controls; indeed, values for 5 affluent women and 8 affluent men were below the normal reference. However, there were no marked differences in  $\beta$ -carotene values ( $p$  < 0.065 men;  $p$  < 0.33 women) or  $\alpha$ -tocopherol values ( $p$  < 0.06 men;  $p$  < 0.05 women) between the cases and controls, although the difference ( $p$  < 0.05) between affluent women and women with cataract just reaches significance. There was no suggestion therefore of  $\alpha$ -tocopherol or  $\beta$ -carotene deficiency specifically among the cataract group. For comparison, Table 3 includes values obtained in other populations.

TABLE 3  
The  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene (Mean  $\pm$  SD) in plasma in different populations

Ref No.	Study	n	Age range (y)	Country	$\alpha$ -tocopherol*		$\beta$ -carotene	
					$\mu$ g/ml	(Mean $\pm$ sd)	$\mu$ g/ml	(range)
<b>Men</b>								
Present study								
	- (cataract/low income)	44	65.4 $\pm$ 14.6	Morelos, Mexico	10.8 $\pm$ 3.8	1.69 $\pm$ 0.56 <sup>§</sup>	0.57- 3.08 <sup>§</sup>	
	- (healthy/affluent)	19	52.8 $\pm$ 11.7	Mexico City	9.0 $\pm$ 2.5	1.17 $\pm$ 0.65 <sup>§</sup>	0.32- 2.38 <sup>§</sup>	
37	Galván-Guerra <i>et al.</i> (1990)	70	18-48	Mexico City	-	-	0.50- 3.0 <sup>§</sup>	
38	Ross <i>et al.</i> (1995)	50	50-59	Scotland, UK	11.4 $\pm$ 0.4	0.29 $\pm$ 0.02 **		
39	Stryker <i>et al.</i> (1988)	137	18-79	USA	8.7	0.13**		
<b>Women</b>								
Present study								
	- (cataract/low income)	37	67.2 $\pm$ 14.4	Morelos, Mexico	11.8 $\pm$ 3.4	1.59 $\pm$ 0.58 <sup>§</sup>	0.79- 3.85 <sup>§</sup>	
	- (healthy/affluent)	15	56.1 $\pm$ 13.3	Mexico City	8.9 $\pm$ 2.7	1.26 $\pm$ 0.52 <sup>§</sup>	0.56- 1.94 <sup>§</sup>	
37	Galván Guerra <i>et al.</i> (1990)	70	18-48	Mexico City	-	-	1.12- 4.0 <sup>§</sup>	
39	Stryker <i>et al.</i> (1988)	193	18-79	USA	8.9	0.22**		
<b>Men &amp; Women</b>								
40	Ziouzenkova <i>et al.</i> (1996)	59	-	Austria	10.1 $\pm$ 3.1	-		
40	Ziouzenkova <i>et al.</i> (1996)	43	-	Swiss	11.5 $\pm$ 2.04	-		
41	Moran <i>et al.</i> (1993)	82	19-70	USA	5.0 - 23.3	-		
42	Babiy <i>et al.</i> (1990)	15	20-59	Australia	5.9 - 23.2	-		
43	Lehmann <i>et al.</i> (1982)	10	20-59	USA	5 - 12.5	-		
44	Fabianek <i>et al.</i> (1968)	4	-	USA	8 - 15	-		

\* (Reference values: deficient <6.5  $\mu$ g/ml; marginal deficient 6.5-8.6  $\mu$ g/ml; normal 8.6-10.8  $\mu$ g/ml; optimum >10.8  $\mu$ g/ml (40)).

\*\* HPLC assay; <sup>§</sup> colorimetric assay (<sup>§</sup> Reference values: men 0.89-2.82  $\mu$ g/ml; women 1.02-3.63  $\mu$ g/ml). (45)

## DISCUSSION

The results obtained for almost blind adult Mexican patients with cataract, who come from a low-income section of the population, highlight the nutritional dilemma of modern Mexico, where nutritional deficiency and obesity, incipient diabetes, hypertension and lipid disorders can co-exist (24-27). From a cataract etiological point of view, it is recognized that marked multiple nutritional deficiencies continue to be major public health problems in Mexico (28). Retinol equivalent intakes from a variety of carotenoid sources in the community from which these patients came have been documented as relatively low, (301  $\mu\text{g}/\text{d}$ ) at about half of the 500-600  $\mu\text{g}/\text{d}$  WHO reference value (29). In both northern and southern Mexico, however, dietary intakes of calcium (839 mg/d), iron (17.7 mg/d), thiamine (1.5 mg/d) and vitamin C (33 mg/d) are all in excess of the WHO reference intakes (30-32). Although some studies in Mexico have shown marginal deficiencies of vitamin E, vitamin B<sub>12</sub> and appreciable deficiencies of folic acid, those studies were not extensive (28). Our values for  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol (Table 4), although reflecting, in part, their predominant transport within the elevated lipid fractions of plasma, do not suggest that these patients were deficient in these antioxidants.

Other nutritional deficiencies that continue to be major public health problems in Mexico (28) are riboflavin and niacin deficiencies (not investigated in this study), which is associated particularly with the very poor diet of rural communities. Mexico City populations have a much more varied diet, with a higher antioxidant density, and only riboflavin intakes (0.98 mg/d) are considered to be relatively low.

Riboflavin and niacin are the two nutrients identified as protective of cataract in the Linxian study (10). The estimated average riboflavin intake amounts to only 0.9 and 0.7 mg/d in northern and southern Mexico, respectively (33,34), compared with the WHO reference values of 1.3-1.8 mg/d. Similarly, niacin intakes are only 9.0 mg/d, compared with reference values of 14.5-19.8 mg/d (30).

We might therefore conclude that the age-related cataract of the patients in this study may well have come from a prolonged exposure to ultraviolet light during a life-time of predominantly outdoors work in a community living at 1500 metres altitude and consuming a diet that is recognized to be particularly deficient in niacin (30) because of the poor meat intake and the unusual predilection to niacin deficiency in maize-consuming communities (35, 36). Yet by the time they have developed cataract (and are recognized to have greater difficulty in moving about), these patients become very inactive and confined to their home whilst still subsisting on their predominant tortilla/bean diet which limits calcium as

well as zinc absorption. The lime-treated maize is particularly conducive to a high phosphorus intake and this, associated with their confinement to home, and absence of either vitamin D<sub>3</sub> intake or skin-derived vitamin D<sub>2</sub>, probably account for their biochemical evidence of osteomalacia.

It is noteworthy that the total protein to albumin ratio is much higher in the cataract group than in the age and sex-matched controls, consistent with a much higher infection-related globulin fraction. The glucose, cholesterol and triglyceride values were also much higher, reflecting enhanced insulin resistance and the lipid abnormalities of inactive, almost blind patients eating a high-fat diet, consistent with their elevated BMI values.

We conclude that this preliminary study highlights the need for more extensive assessment of the nutritional status of the poor in Mexico because the association of high rates of age-related cataract in low-income communities living at altitude in this semi-tropical environment with a diet poor in riboflavin and niacin, in particular, suggests that new nutritional strategies need to be developed if the excess rate of cataract formation is to be counteracted. To undertake riboflavin and niacin assays requires particular care in samples obtained in hot rural areas but the relationship of these two vitamins to cataract in Mexico deserves particular attention. Current evidence suggests that these rural poor need to make their diet more nutrient-dense. In addition, these data suggest the need to consider routine oral vitamin D supplements in the Mexican elderly if they are confined to their homes.

## ACKNOWLEDGMENTS

We gratefully acknowledge the following institutions and individuals, who made this initiative to treat and study cataract patients possible: The PRASAD Project (New York), PRASAD de México A.C., Gobierno del Estado de México, Secretaría de Salud de Morelos, DIF Morelos, all the volunteers, doctors, nurses, chemists and administrative personnel from: APEC, the Tetecala Hospital, PRASAD and the INCMN "Salvador Zubirán". Special thanks to: Dr Everardo Barojas (Head Surgeon), Alma Barbosa, Rosa Millán, Cristina Domínguez the British Council, Mexico, for financial support and to Jean James for her unconditional support., Fernando Isoard and Víctor Ortiz. We are indebted to all the patients and to Catalina Antonia Parish whose cheerful presence made this a very gratifying and fulfilling experience. We are grateful to the British Council Mexico, for financial support and to Jean James for her unconditional support.

## REFERENCES

1. Hodge WG, Whitcher JP, Satariano W. Risk Factors for Age-related Cataracts. *Epidemiol Rev* 1995;17:336-346.
2. Minassian DC, Mehra V, Johnson GJ. Mortality and cataract: findings from a population based longitudinal study. *Bull World Health Organ* 1992; 70: 219-223.
3. Leske MC, Sperduto RD. The Epidemiology of Senile Cataracts: a review. *Am J Epidemiol* 1983;118:152-165.
4. Varma SD. Scientific basis for medical therapy of cataracts by antioxidants. *Am J Clin Nutr* 1991;53:335S-45S.
5. The Italian-American Cataract Study Group. Risk factors for age-related cortical, nuclear and posterior subcapsular cataracts. *Am J Epidemiol* 1991; 133: 541-553.
6. Bunce GE, Kinoshita J, Horwitz J. Nutritional Factors in Cataract. *Ann Rev Nutr* 1990;10:233-54.
7. M O'Neill and Thurnham DI. Epidemiology of Carotenoids. In: *Encyclopedia of Human Nutrition*. Sadler MJ, Strain JJ, Caballero, B, eds Academic Press, 1999.
8. Vitale S, West S, Hallfrisch J et al. Plasma antioxidants and risk of cortical and nuclear cataract. *Epidemiology* 1993; 4: 195-203.
9. National Research Council, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences 1989 Recommended dietary allowances, 10<sup>th</sup> edn. National Academy Press, Washington DC.
10. Sperduto RD, Hu Ts, Milton RC, Zhao JL, Everett DF, Cheng QF, Blot WJ, Bing L, Taylor PR, Jun-Yao L, Dawsey S, Guo WD. The Lixian Cataract Studies: two nutrition intervention trials. *Arch Ophthalmol* 1993;111:1246-1253.
11. Leske MC, Chylack LT jr, Wu SY. The lens opacities Case-Control Study. Risk factors for cataracts. *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 244-251.
12. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Adaptada por la 41<sup>a</sup> Asamblea Médica Mundial Hong Kong, Septiembre 1989.
13. Lohman TG, Roche AF, Martorell R (Eds). Anthropometric standarization reference manual. Human Kinetics Books. Champaign 111, 1988.
14. Gibson RS (Ed.) Principles of Nutritional Assessment. Oxford University Press. Oxford 1990.
15. Durnin JVG, Womersley J. Body fatness assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1981;32:2540-2545.
16. WHO (World Health Organization). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva. Technical Report Series, No. 854, 1995.
17. Han TS, Van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *Br Med J*, 1995; 311:1401-1405.
18. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc* 1985;33:116-120.
19. Hatam LJ, Hayden HJ. A high-performance liquid chromatographic method for the determination of tocopherol in plasma and cellular elements of the blood. *J Lipids Res* 1979; 20:639-645.
20. Clausen SW & McCoord AB. The carotinoids and vitamin A of the blood. *J Pediatr* 1938; 13: 635.
21. Lembecke B, Geibel K, Kirchhof S, Lankisch P. Serum B-carotin: ein einfaches statischer laborparameter für die diagnostik der steatorrhea. *Dtsch Med Wschr* 1989; 114:243-247.
22. The Statistical Package for Social Sciences, SPPSS-PC v.5.0 (SPSS Inc.Chicago IL 60611, 1992).
23. Thurnham DI, Davies JA, Crump BJ, Situnayake RD, Davis M. The use of different lipids to express serum tocopherol:lipid ratios for the measurement of vitamin E status. *Ann Clin Biochem* 1986; 23: 514-520.
24. Encuesta Nacional de Nutrición. Instituto Nacional de Salud Pública. México, 1999.
25. Encuesta urbana de alimentación y nutrición en la zona metropolitana de la Ciudad de México (ENURBAL) (1995). Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán INNSZ, (Avila A, Shamah T, Chávez A), México.
26. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, Secretaría de Salud, México, 1993.
27. Posadas-Romero C, Sepúlveda J, Tapia-Conyer R, Magos C, Cardoso-Saldaña G, Zamora-González J, Lerman-Garber I. Valores de colesterol sérico en la población mexicana. *Salud Pública de México* 1992; 34:157-167.
28. Allen LH, Rosado JL, Casterline JE, Martínez H, López P, Muñoz E, Black AK. Vitamin B-12 deficiency and malabsorption are highly prevalent in rural Mexican communities. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 1013-1019.
29. WHO/FAO. a.Tocopherol. In: Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series 21, Cambridge, pp 55-69, 1987.
30. FAO/WHO. Requirements of vitamin A, thiamine, riboflavin and niacin. FAO Food and Nutrition Series No. 8, FAO, Rome. WHO Technical Report Series No. 362. WHO, Geneva, 1967.
31. FAO/WHO. Requirements for vitamin A, iron folate and vitamin B<sub>12</sub>. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Food and nutrition series. Food and Agriculture Organization (FAO), 1988.
32. WHO. Handbook on human nutrition requirements. Monograph series no 61. WHO, Geneva, 1974.
33. Encuesta Nacional de Alimentación y Nutrición en el Medio Rural (ENAL89). Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) México (1989).
34. Encuesta Nacional de Alimentación y Nutrición en el Medio Rural ENAL96. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) México, (1996).
35. Carpenter KJ. Protein and energy: a study of changing ideas in nutrition. Cambridge University Press, 1994.
36. Nutrition Reviews. Is leucine excess a factor in pellagra? [Anonymous]. 45:313-315, 1987.
37. Galván-Guerra E, Ramírez-Iglesias T, Robles-Díaz G, Uscanga L, Vargas-Vorácková F. Utilidad diagnóstica de los beta-carotenos séricos en el síndrome de absorción intestinal deficiente. *Rev Invest Clin* 1994; 46:99-104.

38. Ross MA, Crosley LK, Brown KM, Duthie SJ, Collins AC, Arthur JR and Duthie GG. Plasma concentrations of carotenoids and antioxidant vitamins in Scottish males: influences of smoking. *Eur J Clin Nutr* 1995; 49: 861-865.
39. Stryker WS, Kaplan LA, Stein EA, Stampfer MJ, Sober A, Willet WC. The relation of diet, cigarette smoking, and alcohol consumption to plasma beta-carotene and alpha tocopherol levels. *Am J Epidemiol* 1988; 127: 283-296.
40. Ziouzenkova O, Winklhofer-Roob BM, Puhl H, Roob JM, Esterbauer H. Lack of correlation between the a-tocopherol content of plasma and LDL, but high correlations for g-tocopherol and carotenoids. *Journal of Lipid Research* 1996; 37:1936-1946.
41. Moran JP, Cohen L, Greene JM, Xu G, Feldman EB, Hames CG, Feldman DS. Plasma ascorbic acid concentrations relate inversely to blood pressure in human subjects. *Am J Clin Nutr* 1993; 57:213-217.
42. Babiy AV, Gebicki JM, Sullivan DR. Vitamin E content and low density lipoprotein oxidizability induced by free radicals. *Atherosclerosis* 1990; 81: 175-182.
43. Lehmann J, Martin HL. Improved direct determination of alpha- and gamma. Tocopherols in plasma and platelets by liquid chromatography, with fluorescence detection. *Clin. Chem.* 1982; 28: 1784-1787.
44. Fabianek J, DeFilippi J, Rickards T, Herp A. Micromethod for tocopherol determination in blood serum. *Clin Chem* 1968; 14 (5): 456-462.
45. *Human Nutrition and Dietetics 10<sup>th</sup> Ed* (J.S.Garrow, W.P.T. James, A. Ralph, Eds). Churchill, Livingstone. Harcourt Publishers Limited 2000.

Recibido: 25-09-2000

Aceptado: 26-04-2001

## Growth of exclusively breast-fed infants from a poor urban population

*Rubens G. Ricco, Carlos A. Nogueira-de-Almeida, Luiz A. Del Ciampo, Júlio C. Daneluzzi, Maria Lúcia Silveira Ferlin, Gerson Muccillo*

Department of Pediatrics, Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil

**SUMMARY.** The growth of two groups of infants were evaluated, one of them exclusively breast-fed (105 infants) and the other exclusively bottle-fed (61 infants), and compared with one another and with international standards (NCHS). All infants were evaluated by anthropometry at 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months of age. A fourth order polynomial was adopted for each infant and for each anthropometric measurement in order to estimate individual growth, and the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles for weight and length were obtained. For the age of 6 months, the weights of breast-fed boys and girls were always statistically equal to or higher than those of infants fed cow's milk or those of NCHS standards. Breast-fed boys presented significantly longer length than bottle-fed boys but shorter than NCHS standards, and breast-fed girls presented significantly shorter length than both bottle-fed girls and than NCHS standards. The greater weight of exclusively breast-fed infants when compared to NCHS standards at six months of age, which differentiates the present study from several other ones carried out in developing countries, was probably due to the association of the beneficial effects of breast-feeding with those of pediatric follow-up.

**Key words:** Breast-feeding, growth, nursing infants.

**RESUMO.** Crescimento de crianças exclusivamente amamentadas ao seio em população urbana pobre. O crescimento de dois grupos de crianças foi avaliado, um deles amamentado exclusivamente ao seio (105 crianças) e o outro exclusivamente de forma artificial (61 crianças), comparando-os entre si e com os padrões internacionais (NCHS). Todas as crianças foram avaliadas por antropometria nas idades de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses. Adotou-se um polinômio de quarta ordem para cada criança e para cada medida antropométrica, a fim de estimar o seu crescimento individual, obtendo-se os percentis 5, 50 e 95, para peso e comprimento. Para a idade de 6 meses, os pesos de meninos e meninas em aleitamento natural foram sempre estatisticamente maiores ou iguais em relação às crianças que usaram leite de vaca ou em relação aos padrões do NCHS. Os meninos em aleitamento natural apresentaram comprimento estatisticamente superior àqueles em aleitamento artificial mas inferior aos padrões do NCHS; as meninas em aleitamento natural apresentaram comprimento estatisticamente inferior tanto em relação àquelas em aleitamento artificial quanto aos padrões do NCHS. Ressalta-se que, provavelmente, o grande sucesso obtido em relação ao peso das crianças em aleitamento materno exclusivo ainda aos seis meses de idade, diferenciando esse estudo de vários outros realizados em países em desenvolvimento, deva-se à somatória dos efeitos benéficos do aleitamento materno ao acompanhamento de Puericultura.

**Palavras chave:** Amamentação, crescimento, lactentes.

### INTRODUCTION

When breast-feeding is compared to artificial feeding, two clearly distinct realities are observed, one for developed countries and the other for the third world. In the former, maternal milk is almost always replaced with artificial formulas of high quality in nutritional terms, and actually having hypoallergenic characteristics. The advantage of natural feeding would still be in terms of non-nutritional factors, especially with respect to protection against infectious-contagious diseases. However, the health conditions of richer countries, such as good vaccination coverage, basic sanitation, and efficient medical care, among others, minimize this benefit, providing bottle-fed infants a

sufficient, greater or even exaggerate growth compared to that provided by mother's milk (1,2). In contrast, in poor countries mother's milk is almost always replaced with non-modified whole cow's milk, leading to early allergic sensitization, contamination of the digestive tract, and occult blood loss in the feces (3). Under these conditions, the classical picture of diarrhea and malnutrition easily occurs, often ending in death or almost always leading at least to growth retardation. Thus, comparative studies conducted in poor countries tend to show a better growth of breast-fed infants compared to early weaned infants.

The objective of the present study was to evaluate comparatively the growth of two groups of Brazilian infants, one of them exclusively breast-fed and the other exclusively

bottle-fed, in an attempt to understand the behavior of these groups when compared to each other and to international standards (NCHS) and also to verify the adequacy of this standards in the evaluation of growth of exclusively breast-fed infants within the reality of an underdeveloped country where non-modified whole cow's milk is the major substitute of mother's milk, actually being used in official programs of alimentary supplementation.

## METHODS

The present study was carried out at the Community Medical Social Center of Vila Lobato (CMSCVL), located in a peripheral neighborhood of the city of Ribeirão Preto, Brazil. This health unit is involved in programs of teaching-assistance-research integration developed through a successful partnership between the official health service, the Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, and the community, directed at a population of low socioeconomic condition.

The study comprised all children registered at the CMSCVL, in a period of four years, who received complete longitudinal follow-up, attending all the visits scheduled for the ages of 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months, with a tolerance of  $\pm 5$  days for the day when they reached these ages. All were born at term, weighing more than 2500 g, and remained healthy during follow-up. Inclusion criteria were: complete follow-up and definition of the type of feeding on the occasion of the first visit, i.e., exclusively artificial feeding, with no breast-feeding at any time during the day since the first month of life, or exclusively breast-feeding, i. e. no form of food complementation, except boiled water no more than one time a day, up to six months of age. The infant feed practices were self-selected by the mothers. Artificially fed infants did not receive any type of industrialized baby formula, but only non-modified whole cow's milk prepared according to the routine of the service, i.e., diluted at the proportion of two parts of milk to one part of boiled water when used *in natura*, or diluted 10% when used in powdered form, with 5% sugar being added to both preparations. In this group, the babies received fruit juice at 7 weeks of age, cereals at 2 and one half months, homogenized fruit at 3 months, and homogenized vegetables at 4 months, with egg yolk being introduced at 5 months of age. All the mothers were rigorously trained to observe the orientations about the time of introduction of complementary foods.

On the basis of these criteria, 166 infants were included in the study, 105 of them assigned to the breast-fed group, and 61 to the bottle-fed group. All infants were submitted to anthropometric measurements obtained by one only trained personnel using scales and anthropometric equipment in

perfect conditions and regularly checked for accuracy and standardized according to rigorous recommended methodological norms (4). The weight and length of all infants were obtained. The prospective longitudinal method was used. Each child was studied at each age, appearing obligatorily for the 6 scheduled monthly visits, when anthropometry and physical examination were performed. The information provided by the mother about the feeding of her child was periodically verified, also by unscheduled home visits, which are part of the routine of the service itself. The difficulties inherent in the method and in the rigor of the conditions for group formation may explain the relatively small sample and the use of four consecutive years of study.

The statistical method used for the construction of the polynomials was that of Srivastava and Carter, (5) which consists of the adoption of a fourth order polynomial for each child and for each anthropometric measurement for the estimate of individual growth. Using this method, the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles for weight and length were obtained for the ages of 1, 2, 3, 4, 5, and 6 months, separated by sex and type of feeding. The results obtained were compared in order to study the growth of Brazilian infants exclusively breast-fed and of infants exclusively receiving cow's milk, with NCHS (6) standards used as reference.

Data concerning weight and length of boys and girls at the age of six months were analyzed by the *t*-test for one sample in order to test the hypothesis ( $H_0$ ) that, at 6 months of age, breast-fed infants present weight and length equal to or higher than those of infants receiving cow's milk or than reference NCHS values ( $\alpha = 5\%$ ). The software use for analysis was the Office Package, from Microsoft Corporation.

The study was approved by the local Ethics Committee.

## RESULTS

During the study period, 430 infants that might have been included in the study were registered at the CMSCVL, but only 81 girls (48.8%) and 85 boys (51.2%) satisfied all the requirements. With respect to the characteristics of the sample, 85% of the children were from families with a monthly per capita income of less than 1 minimum salary (approximately US\$ 80.00). With respect to maternal educational level, 76.51% of the mothers had completed primary school at most. These characteristics were proportionally distributed in the breast-fed and bottle-fed groups.

Table 1 shows the distribution of the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of weight for the ages from 1 to 6 months for the two groups and for the NCHS. The NCHS data refer only to the ages of 1, 3 and 6 months, which are those listed in the original publication.

TABLE 1  
Distribution of the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of weight for the ages from 1 to 6 months for the two groups (breast-fed and bottle-fed) and for the NCHS

AGE (months)	BOYS									GIRLS								
	5 <sup>th</sup> Percentile			50 <sup>th</sup> Percentile			95 <sup>th</sup> Percentile			5 <sup>th</sup> Percentile			50 <sup>th</sup> Percentile			95 <sup>th</sup> Percentile		
	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS
1	4,19	3,47	3,19	4,43	3,84	4,21	4,67	4,22	5,23	3,88	3,38	3,08	4,09	3,95	3,97	4,31	4,51	4,81
2	5,16	4,37	*	5,46	4,81	*	5,76	5,25	*	4,78	4,25	*	5,02	4,77	*	5,27	5,29	*
3	6,01	5,19	4,38	6,35	5,69	6,01	6,71	6,21	7,42	5,51	4,98	4,11	5,79	5,58	5,41	6,06	6,17	6,78
4	6,72	5,91	*	7,11	6,48	*	7,48	7,06	*	6,11	5,71	*	6,42	6,32	*	6,73	6,94	*
5	7,27	6,52	*	7,69	7,15	*	8,11	7,78	*	6,61	6,35	*	6,95	6,94	*	7,29	7,53	*
6	7,63	7,08	6,22	8,13	7,68	7,82	8,62	8,28	9,46	7,04	6,75	5,81	7,41	7,39	7,2	7,76	8,03	8,74

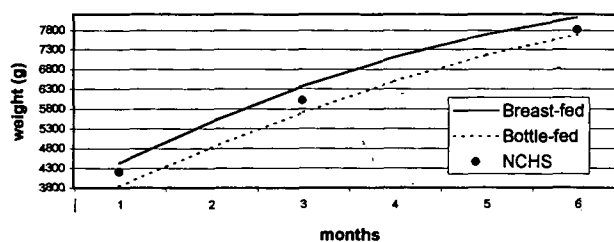
Table 2 shows the distribution of the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of length for the ages from 1 to 6 months for the two groups and for the NCHS. Again, the NCHS data refer only to the ages of 1, 3 and 6 months, which are those listed in the original publication.

TABLE 2  
Distribution of the 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of length for the ages from 1 to 6 months for the two groups (breast-fed and bottle-fed) and for the NCHS

AGE (months)	BOYS									GIRLS								
	5 <sup>th</sup> Percentile			50 <sup>th</sup> Percentile			95 <sup>th</sup> Percentile			5 <sup>th</sup> Percentile			50 <sup>th</sup> Percentile			95 <sup>th</sup> Percentile		
	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS	Breast feed	Bottle feed	NCHS
1	53,2	51,3	51,1	54,2	52,9	54,8	55,2	54,6	58,4	51,7	50,3	49,8	52,8	52,4	53,8	53,8	54,5	56,7
2	57,1	55,2	*	58,1	56,8	*	59,1	58,3	*	55,1	54,3	*	56,2	56,3	*	57,4	58,3	*
3	60,1	58,4	56,2	61,1	59,8	61,2	62,1	61,3	65,8	57,7	57,1	55,1	58,8	59,1	59,6	59,9	61,1	63,7
4	62,4	60,9	*	63,4	62,5	*	64,4	64,1	*	60,1	59,6	*	61,1	61,5	*	62,1	63,5	*
5	64,2	63,1	*	65,3	64,7	*	66,4	66,4	*	62,1	62,1	*	63,1	64,1	*	64,2	66,1	*
6	65,8	64,6	63,6	66,9	66,4	67,6	68,1	68,2	72,1	63,6	63,6	61,6	64,6	65,6	65,7	65,6	67,7	70,1

Figures 1 and 3 show the 50<sup>th</sup> percentile curves for boys constructed on the basis of the mathematical model used for the two feeding groups, as well as the points for the 50<sup>th</sup> percentile of NCHS for weight and length, respectively. Figures 2 and 4 show the same curves for girls. For the age of 6 months, the weights of breast-fed boys and girls were always statistically higher than or equal to those of the infants fed cow's milk and those reported by NCHS. Breast-fed boys presented a significantly longer length than bottle-fed boys but shorter than NCHS standards, and breast-fed girls presented a significantly shorter length than both bottle-fed girls and NCHS standards.

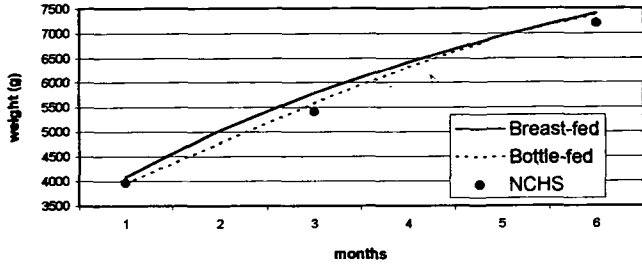
FIGURE 1  
Evolution of weight (50<sup>th</sup> Percentile) of exclusively breast-fed boys compared to exclusively bottle-fed boys and to NCHS standards



At 6 months of age: breast-fed vs NCHS,  $t = 2.08 > -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ );  
breast-fed vs bottle-fed,  $t = 3.12 > -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ).

FIGURE 2

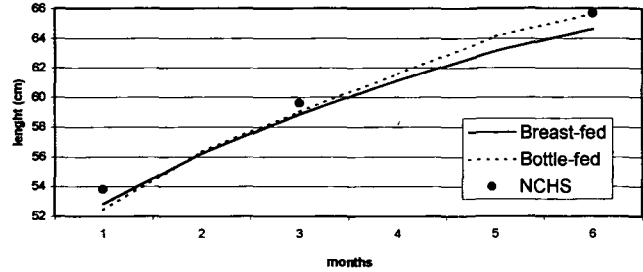
Evolution of weight (50<sup>th</sup> Percentile) of exclusively breast-fed girls compared to exclusively bottle-fed girls and to NCHS standards



At 6 months of age: breast-fed vs NCHS,  $t = 2.23 > -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ); breast-fed vs bottle-fed,  $t = 0.23 > -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ).

FIGURE 4

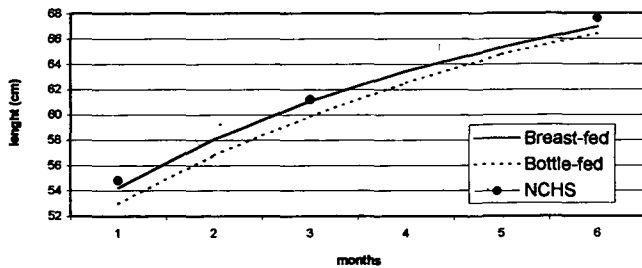
Evolution of length (50<sup>th</sup> Percentile) of exclusively breast-fed girls compared to exclusively bottle-fed girls and to NCHS standards



At 6 months of age: breast-fed vs NCHS,  $t = -3.92 < -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ); breast-fed vs bottle-fed,  $t = -4.10 < -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ).

FIGURE 3

Evolution of length (50<sup>th</sup> Percentile) of exclusively breast-fed boys compared to exclusively bottle-fed boys and to NCHS standards



At 6 months of age: breast-fed vs NCHS,  $t = -2.16 < -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ); breast-fed vs bottle-fed,  $t = 1.66 > -1.67$  ( $\alpha = 5\%$ ).

DISCUSSION

The question of infant growth according to type of feeding has been considered in countless scientific reports all over the world, with a series of doubts still persisting, especially with respect to the first six months of life (7). These doubts have become particular relevant after the observation that exclusively breast-fed infants may show a lower than expected growth on the basis of growth curves. Most studies on the growth of nursing babies have shown that exclusively breast-fed infants show above average growth during the first three months when evaluated by the NCHS Reference Curve, but a lower than expected growth thereafter (8). Indeed, in contrast to Waterlow and Thomson, (9) who recommend exclusive breast-feeding only up to the third month, knowing that the NCHS curves were basically constructed with data for bottle-fed infants, (10) leading to a bias in the curves, which no longer represented normal growth, i.e. growth obtained with natural feeding, it must be considered that it is the curve that is inadequate and not natural feeding. Several studies have shown that, in fact, in developed countries bottle-fed infants grow more than breast-fed infants, and are currently considered to be overfed. In developing countries, however, breast-fed infants tend to grow better than bottle-fed infants, but even so their growth is below that reported in international growth curves, especially after 4 months of age. This has led the WHO to consider current curves to be inadequate and in 1995 the WHO Working Group on Infant Growth, based on different worldwide studies, recommended the construction of new curves based on infants fed according to WHO recommendations, i.e., exclusive breast-feeding up to 4-6 months (11,12).

In the service where the present study was conducted, we always observed in an empirical manner that exclusively breast-fed infants who received adequate pediatric follow-up were those who presented the best growth and development at least up to 6 months of age, when complementation with other foods was routinely started. The results obtained clearly show that this initial impression indeed corresponds to reality since at six months of age both breast-fed boys and girls presented statistically identical or higher weight than infants receiving cow's milk or than NCHS standards. Analysis of Figures 1 and 2 clearly shows this tendency and it is important to note that the weight of bottle-fed girls was equal to or higher than NCHS standards, while the growth of boys was always lower. This shows that the existence of genetic factors leading to a higher weight of these Brazilian infants in general is unlikely, and supports the hypothesis that indeed the crucial factor in this case must have been maternal milk. I should also be pointed out that the statistical test was applied at 6 months, leading us to conclude that the age limit to be recommended for breast-feeding should be 6 and not 4 months. Similar results were also obtained in Brazil at other University Pediatric services (13,14).

At six months, boys and girls maintained the growth trend observed at 1 month, a fact that probably reflects birth length, with NCHS values being significantly higher than those of the infants studied here, regardless of type of feeding. Even if there was also a superiority of maternal milk in terms of linear growth, this superiority had no time to manifest since length, compared to weight, is considered to be an indicator less sensitive to acute modifiers of nutritional status.

Thus, we conclude that in the present study, at 6 months of life exclusively breast-fed infants had a weight equal to or higher than NCHS standards and higher than that of infants receiving cow's milk; with respect to length, these infants were shorter than NCHS standards but this trend was already present at 1 month of age, and may eventually be considered residual. It should be pointed out that the great success obtained in terms of weight for exclusively breast-fed infants as late as at 6 months of age, differentiating this study from several others carried out in developing countries, may probably have been due to the combination of the beneficial effects of breast-feeding and pediatric follow-up, which stimulates breast-feeding as one of its successful priorities (15) but at the same time provides guidelines and support to the mothers and their children throughout the period of growth and development.

## REFERENCES

1. Hitchcock NE, Coy JF. The growth of healthy Australian infants in relation to infant feeding and social group. *Med J Aust* 1989; 150: 306-11.
2. Yoneyama K, Nagata H, Asano H. Growth of Japanese breast-fed and bottle-fed infants from birth to 20 months. *Ann Hum Biol* 1994; 21: 597-608.
3. Rogers IS, Emmett PM, Golding J. The growth and nutritional status of the breast-fed infant. *Early Hum Dev* 1997; 49:157-74.
4. Cameron N. The measurement of human growth. London: Croom-Helm; 1984.
5. Srivastava MS, Cater EM. Introduction to applied multivariate Statistics. New York: Elsevier Science Publishing CO; 1983.
6. NCHS. Growth curves for children birth - 18 years - USA - DHEW Publication, n°. (PHS) 78-1650 - National Center for Health Statistics, Hyattsville, Md.; 1977.
7. Eregie CO, Abraham R. Studies on exclusive breastfeeding: observations on the adequacy of breastmilk as sole nutrient for the first six months of life. *Int Child Health* 1997; 8: 49-54.
8. WHO. An evaluation of infant growth. Geneva, Switzerland: WHO; 1994.
9. Waterlow JC, Thomson AM. Observations on the adequacy of breast-feeding. *Lancet* 1979; 2: 238-42.
10. Victora CG, Morris SS, Barros FC, Onis M, Yip R. The NCHS Reference and the growth of breast- and bottle-fed infants. *J Nutr* 1998; 128: 1134-8.
11. WHO Working Group On Infant Growth. An evaluation of infant growth: the use and interpretation of anthropometry in infants. *Bull WHO* 1995; 73: 165-74.
12. Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health
13. Murahovschi J, Teruya KM, Nascimento ET, Bueno LGS, Pinheiro L, Maneta ME et al. Curvas e tabelas de crescimento de lactentes brasileiros de zero a seis meses de idade alimentados exclusivamente com leite materno. *J Pediatría (R Janeiro)* 1987; 63:153-77.
14. Coutinho SB, Lima MC, Teixeira MLPD, Campos MA, Nascimento CCB, Santos BJ. Influência do tipo de aleitamento sobre o ganho Pondo-estatural de crianças no primeiro ano de vida. *J Pediatría (R Janeiro)* 1988; 64:75-82.
15. Ricco RG, Daneluzzi JC, Barbieri MA, Ono Y, Dantas SML, Sawamura R et al. The trend of breast-feeding in a primary child care program. *Early Child Dev Care* 1984;15:57-61.

Recibido: 20-07-2000

Aceptado: 15-02-2001

## Dietary calcium intake by a group of 13 18-year-old Costa Rican teenagers

*Rafael Monge-Rojas, Hilda P. Nuñez*

Costa Rican Institute for Research and Education on Nutrition and Health (Inciensa). Costa Rica

**SUMMARY.** Calcium intake is one of the most important predictors of the amount of bone mass gained during growth. Therefore, this study was designed to estimate the dietary calcium intake of Costa Rican urban and rural adolescents ages 13-18 years old. Calcium dietary intake was determined using prospective 3-d diet records. Two-thirds (or 66.7%) or less of the Adequate Intake (AI) was used as the criterion for inadequate calcium intake as suggested by several authors. Reported mean daily calcium intake was 573 mg  $\pm$  290. On average 82% of the adolescents did not meet two-thirds of the AI for calcium. A higher percentage of rural than urban youngsters reported inadequate calcium intake (92% and 75% respectively,  $p=0.000$ ). Likewise a higher percentage of girls (91%) than boys (77%) reported marginal calcium intake. This study shows evidence that nutritional interventions and educational strategies are urgent for increasing calcium consumption among adolescents in order to reduce the future burden of osteoporosis in old age.

**Key Words:** Calcium, dietary intake, adolescents, Costa Rica.

**RESUMEN.** Consumo de calcio dietético en un grupo de adolescentes costarricenses de 13-18 años. El consumo de calcio es uno de los predictores más importantes de la cantidad de masa ósea ganada durante la adolescencia. Por tal razón, este estudio se diseñó para estimar el consumo dietético de calcio entre adolescentes urbanos y rurales de 13-18 años. El consumo de calcio fue determinado usando el registro de alimentos de tres días. El consumo de 2/3 (66.7%) o menos de la recomendación actual de calcio fue utilizado como criterio para determinar un consumo inadecuado del mineral tal y como recomiendan diversos autores. El consumo promedio de calcio fue 573 mg  $\pm$  290. En general, 82% de los adolescentes no alcanzó los dos tercios de la recomendación de calcio. Un mayor porcentaje de jóvenes urbanos que rurales mostraron un inadecuado consumo de calcio (92% y 75% respectivamente,  $p=0.000$ ). Así mismo, en una proporción significativamente mayor de mujeres (91%) que de hombres (77%) se evidenció un consumo marginal de calcio. Este estudio evidencia la necesidad de implementar urgentemente intervenciones nutricionales y estrategias educativas para incrementar el consumo de calcio entre adolescentes, a fin de reducir el riesgo de osteoporosis en la edad adulta.

**Palabras clave:** Calcio, consumo dietético, adolescentes, Costa Rica.

### INTRODUCTION

Adequate calcium intake during adolescence is important for optimal mineralization of the skeleton (1). Because maximum bone mass is acquired during puberty (1), the calcium deposited during these years may determine the risk of osteoporosis and fractures in adulthood (1-3). Epidemiological studies suggest that variations in calcium intake early in life may account for a 5-10% difference in peak adult bone mass (4). This difference may subsequently account for a 50% greater risk of hip fracture later in life (1).

Studies investigating current calcium intake and bone mineral density (BMD) among adult pre-menopausal women have inconsistent results (5,6), whereas calcium intake among children, adolescents and young women more clearly predicts their BMD (7-9). These findings indicate that calcium intake

during the crucial years of peak bone mass development is essential.

It is therefore conceivable that one approach to a reduction in the risk of later osteoporosis may be the provision of adequate calcium intake during the formative years. Matkovic and Heaney have suggested that a certain threshold level of dietary calcium is necessary to allow growing adolescents to achieve their genetically pre-determined peak bone mass (1-3). The current Adequate Intake (AI) for calcium for 9- to 18-year-olds is 1,300mg/d (10). This intake corresponds reasonably well to the threshold identified for this age group by Matkovic and Heaney (3).

The purpose of this research was to estimate dietary calcium intake by Costa Rican urban and rural adolescents aged 13-18 years.

## METHODS

Dietary calcium intake of 275 adolescents aged 13-18 years, from urban and rural areas around San José, Costa Rica, was evaluated. Adolescents were recruited from five urban and five rural public high schools. Written parental and adolescent consent was required to participate in the study, based on the rules provided by the Bioethics Committee of the Costa Rican Institute for Research and Education on Nutrition and Health (Inciensa).

Calcium dietary intake was determined using prospective 3-d diet records including two weekdays and one weekend day (11). A series of three to six photographs of foods commonly consumed in Costa Rica were used to estimate the portion size while maintaining the food record.

Food records were verified by trained nutritionists who reviewed them in detail with each youngster. Foods and three-dimensional food models were used to verify the size of some portions reported by the adolescents. The Food Processor® for Windows version 6.0 (Esha Research, Salem-Oregon) was used to perform nutrient calculations from dietary data. The nutrient information in the ESHA database is a compilation of the latest USDA data and of over a thousand additional scientific sources (12). The nutritive value of approximately 60 food preparations commonly consumed in Costa Rica was incorporated into this database. The School of Nutrition at the University of Costa Rica provided the information.

A comparison with the current Adequate Intake (AI) for calcium (10) was made to evaluate calcium intake. Two-thirds (or 66.7%) or less of the AI was used as the criterion for inadequate calcium intake as suggested by several authors

(13). Because the consumption of nutrients is at least partially dependent on total energy intake and because the nutrient density of the diet in this instance is more relevant than actual gross intake, an adjustment for energy intake was made by computing nutrient intakes per 1,000 kcal.

Food groups were created to identify the dietary sources of calcium. The contribution of total dietary calcium for each food group was determined using the following formula: (total grams of dietary calcium from all foods in a group)÷(total grams of dietary calcium from all foods).

Data were examined with SPSS for Windows using a variance analysis to determine significant differences in calcium intake and energy-adjusted calcium intakes between urban and rural adolescents. A level of  $p < 0.05$  was considered significant.

## RESULTS

The sample consisted of 131 urban and 144 rural adolescents; 52% of whom were males and 48% of whom were females for each area. All adolescents were from the same ethnic background (mestizo-mixed indigenous and Caucasian races). The adolescents' mean age was  $15 \pm 1.6$  years old with no difference between urban and rural areas.

Reported mean daily calcium intake was  $571 \text{ mg} \pm 299$ . Mean daily calcium intake was higher in boys than in girls ( $619 \text{ mg} \pm 312$  and  $523 \text{ mg} \pm 287$  respectively,  $p = 0.000$ ). This difference was maintained after adjusting for total energy intake ( $263 \text{ mg} \pm 117$  and  $258 \pm 109$  per 1,000 Kcal respectively,  $p = 0.000$ ) (Table 1).

TABLE 1  
Characteristics of the study population

Variable	Urban			Rural			Total		
	Boys (n=68)	Girls (n=62)	P value	Boys (n=68)	Girls (n=62)	P value	Boys (n=136)	Girls (n=124)	P value
Weight (kg)	58.7 ± 12	53.5 ± 7	0.001	55.6 ± 11	53.4 ± 8	0.197	57.2 ± 11	53.2 ± 8	0.001
Height (cm)	165.4 ± 9	157.7 ± 6	0.000	163.6 ± 8.9	156 ± 5	0.000	164.9 ± 9	157 ± 6	0.000
Energy intake (kcal)	2439 ± 227	2078 ± 216	0.002	2318 ± 278	1939 ± 248	0.002	2378 ± 203	2008 ± 287	0.000
Protein intake (g)	78 ± 15	63 ± 12	0.000	66 ± 11	57 ± 13	0.009	72 ± 14	59 ± 13	0.000
Calcium intake (mg)	723 ± 336	578 ± 302	0.011	516 ± 347	467 ± 361	0.285	619 ± 312	523 ± 287	0.000
Calcium intake/1000 kcal	303 ± 131	274 ± 109	0.180	222 ± 84	242 ± 106	0.256	263 ± 117	258 ± 109	0.010
Calcium intake/ kg	13 ± 8	11 ± 6	0.093	9.4 ± 5	8.7 ± 5	0.449	11 ± 7	10 ± 5	0.081
Ratio calcium/Protein	9.3 ± 3.5	9.3 ± 3.7	0.955	7.9 ± 3.0	8.5 ± 3.2	0.280	8.6 ± 3	8.9 ± 3	0.510

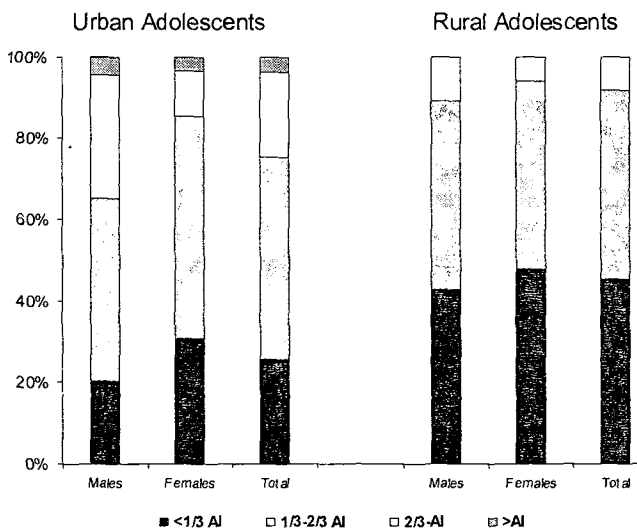
Mean daily calcium intake was significantly higher in urban adolescents compared to rural youngsters (654 mg ± 327 and 492 mg ± 254 respectively, p= 0.000). This pattern was similar even when calcium intake was adjusted per 1,000 Kcal (289 mg ± 122 and 231 ± 96 respectively, p= 0.001) (Table 1).

The calcium/protein ratio was lower in rural youngsters than in urban adolescents (8.2 ± 3.1 and 9.3 ± 3.5 respectively, p= 0.005). A similar situation was found among rural males compared to urban boys (7.9 ± 3.0 and 9.3 ± 3.5 respectively, p=0.011). No significant differences were found between girls (on average the Ca/protein ratio was 8.9 ± 3.4) (Table 1).

Almost the entire adolescent sample fell below 1,300 mg of calcium per day (Figure 1). On average 82% of the adolescents did not meet two-thirds of the AI for calcium, which is equivalent to 867 mg per day. A higher percentage of rural than urban youngsters reported a calcium intake lower than 66.6% of the AI for this mineral (92% and 75% respectively, p=0.000). In addition, 25% of urban adolescents and 46% of rural youngsters did not even meet one-third of the AI (433 mg/d) of this mineral.

FIGURE 1

Percentage of urban and rural Costa Rican adolescents meeting the adequate intake (AI) for calcium



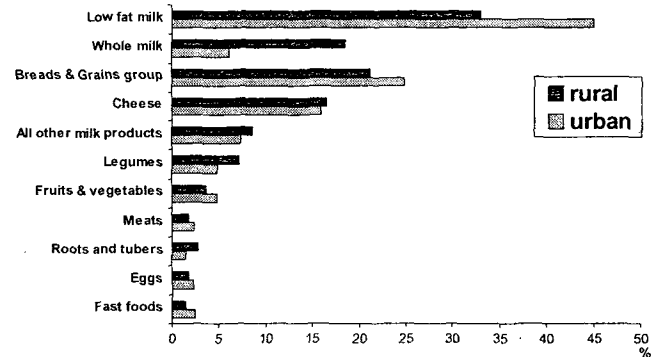
The prevalence of inadequate dietary calcium intake (<2/3 AI) among girls (91%) was significantly higher (p=0.000) than among boys (77%). Likewise, inadequate calcium intake among rural boys (89%) was significantly greater (p=0.000) than among urban boys (65%). There were no significant differences in girls.

Food sources of dietary calcium in the adolescents' diet are presented in Figure 2. Fluid milk was the main contributor of dietary calcium (39,5%). It contributed 45% of the calcium in the urban adolescents' diet and only 33% of the rural adolescents' diet. Low fat milk was the main contributor of calcium in urban areas whereas whole milk was the main contributor in rural areas. The bread and grains group was the second contributor of dietary calcium (23%). White bread was the major contributor for this group, contributing about 13% of this micronutrient. Tortillas contributed 4% of the calcium intake. Cheese was the third contributor (16%) of calcium. Other dairy products contributed 8% and together fruits and vegetables contributed 4.5% of the calcium intake. Legumes contributed 6% of dietary calcium intake. It contributed more in rural areas (6% and 3% respectively). Roots and tubers, meats, eggs and fast food together contributed 9.5% of the calcium intake.

On average the urban adolescents' intake was 2.1 servings per day of dairy products, while rural youngsters' intake was less than 1.5 servings per day.

FIGURE 2

Estimated main food sources of dietary calcium for urban and rural adolescents



DISCUSSION

In Costa Rica there are no data available about the prevalence of osteoporosis. However, data based on hospital patient releases suggests a high incidence of pathology associated with that disease. During 1998, 1,698 femur head fractures were reported, of which 50% occurred in women and 20% occurred in men older than 60 years of age (14). Although this cannot be ascribed solely to the presence of osteoporosis, it does suggest that prompt attention must be paid to the problem.

Several studies suggest that elevating the calcium intake of adolescents and young adults will almost certainly assure higher peak bone mass (1-3,7-9). Peak bone mass is important because, together with loss later on, it is one of the two principal factors in determining bone mass late in life and hence one of the factors determining resistance or susceptibility to fracture (1). Therefore, achieving optimal values for bone mass during growth should decrease the risk of osteoporotic fractures in later life (1-3). Unfortunately, this study provides evidence that the current calcium intake by Costa Rican adolescents is restricting their peak bone mass, mainly in females and rural youngsters.

The higher calcium consumption found in boys is consistent with others studies (15,16) and may be attributed to a greater caloric intake by adolescents boys. However, this study shows that girls had a lower calcium-dense diet. This is of considerable importance because it has been suggested that calcium intake among teen-age girls begins to decline at puberty and continues thereafter (17). Moreover, the ratio between calcium intake and optimum skeletal calcium retention is lowest for adolescent females, again suggesting that this age group may be especially prone to skeletal calcium deficiency (17).

The dietary calcium intake for the adolescents studied was far less than the current Adequate Intake (AI) for this mineral. However, this discrepancy does not necessarily mean that dietary intakes are generally inadequate because the relationship between the AI and the distribution of requirements for the nutrient is not known (10).

Estimated dietary calcium intake of Costa Rican youngsters was approximately 200-400 mg lower than similar estimates from recent surveys (4,15,16,18). In this regard, it is worrisome that a high proportion (35%) of adolescents reported a dietary calcium intake lower than 433 mg/d. Matkovic et al. (17), had shown that at very low intake (< 500 mg/d) by adolescents does not support positive calcium balance. Likewise, Chan et al. (19), have clearly documented that adolescents with a calcium intake as low as 450mg/d, did not show an increase in bone mass compared with adolescents that received approximately the RDA for calcium.

On the other hand, Peacock (20) has indicate that in adolescents with average intake below ~ 1,000 mg/d in males and ~ 800 mg/d in females, it is unlikely that optimal bone mass will be achieved. This is worrisome, because over 80% of Costa Rican adolescents reported a dietary calcium intake lower than 1,000 mg/d. Therefore, it is probable that a high proportion of teenagers are suffering an inadequate calcium retention and a reduction in peak bone mass.

A negative association between age and calcium intake has been reported previously (21,22). However, our results do not concur with those observations; probably as a reflection

of the low calcium intake among adolescents at all ages.

Several factors have been identified as influencing dietary calcium intake among adolescents including lifestyle, dairy product perceptions, limited dietary knowledge, lactose intolerance, cultural beliefs about dairy products, enjoyment of dietary product tastes, and consumption of soft drinks (18,23,24). However these variables left much of the variance in calcium intake unexplained (18).

Purchasing power and availability are also strongly related to the calcium intake pattern (25). In Costa Rica, as in other developing countries, economic crises may have modified the adolescents' eating patterns. Average family income has decreased, restricting access by the general population to expensive foods, such as dairy products, mainly in rural areas (26). Therefore, the nutritional ecosystem in rural areas is characterized by a predominance of vegetable protein (26). Unfortunately a minimum of three servings of low-fat dairy products each day is certainly necessary for adolescents to reach the 1,300 mg/day AI for calcium (4).

Whole milk was the main contributor to calcium intake in rural areas; however whole milk is an important source of lauric (C12:0), miristic (C14:0) and palmitic (C16:0) acids (27). These fatty acids constitute approximately 40% of the fatty acids in milk fat and they are known to be the main cholesterol-raising dietary fatty acids (28).

Efforts to increase calcium consumption among adolescents, mainly females and rural youngsters, appears critical. Elevating the calcium intake of adolescents will almost certainly assure higher peak bone mass and, as a result, will reduce to some extent the future burden of fractures in old age (2). According to Heaney and Matkovic (1), this is the safest stratagem currently available to help us gain some control over osteoporosis: a growing public health problem. However, the promotion of skimmed milk and low-fat dairy products is needed in order to reduce the atherogenic potential of diet

Education is a primary means to increase dietary calcium intake among teens (18,24,29), however other alternatives may be necessary to increase calcium intake. Environmental strategies such as pricing and availability should be considered. Availability appears to have inconsistent effects on food choices (30,31); nevertheless, lower prices are consistently associated with higher consumption of targeted items (32,33).

## REFERENCES

1. Heaney R, Matkovic V. Inadequate peak bone mass. In: Riggs L, Melton LJ, Editors. Osteoporosis: Etiology, diagnosis and management. 2<sup>nd</sup> Ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1995:115-131.

2. Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. *Am J Clin Nutr* 1991;54:245-260.
3. Matkovic V, Heaney RP. Calcium balance during human growth: Evidence for threshold behavior. *Am J Clin Nutr* 1992;55:992-996
4. Alberton A, Tobelman R, Marquart L. Estimated dietary calcium intake and food sources for adolescent females: 1982-92. *J Adoles Health* 1997;20: 20-26.
5. Hirota T, Nara M, Ohguri M, Manago E, Hirota K. Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women. *Am J Clin Nutr* 1992;55:1168-73.
6. Cumming RG. Calcium intake and bone mass : A quantitative review of the evidence. *Calcif Tissue Int* 1990; 47:194-201.
7. Sentipal JM, Wardlaw GM, Mahan J, Matkovic V. Influence of calcium intake and growth indexes on vertebral bone mineral density in young females. *Am J Clin Nutr* 1991;54:425-8.
8. Lee WTK, Leung SSF, Lui SSH. Relationship between long-term calcium intake and bone mineral content of children aged from birth to 5 years. *Br J Nutr* 1993;70: 235-48.
9. Fehily AM, Coles RJ, Evans EW, Elwood PC. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 1992;56:872-7.
10. Standing committee on the scientific evaluation on dietary References Intake (DRI), intake foods and nutrition board, Institute of Medicine, National Academy of sciences. *Dietary References Intakes (DRI) for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride*. Washington, D.C: National Academy Press; 1997.
11. Araúz AG. Método de registro de alimentos de tres días. En: Madrigal H, Martínez H, eds. *Manual de encuestas de dieta*. México: Instituto Nacional de Salud Pública 1996:83-98.
12. ESHA Research. *The food processor for windows: Nutrition & fitness software, version 6.0*. Salem, Oregon: ESHA, 1995.
13. Kant A. Indexes of overall diet quality: A review. *J Am Diet Assoc*. 1996;96:785-91.
14. Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). *Egreso por diagnósticos principales*. CCSS-Dirección técnica de servicios de salud. Sección de información biomédica. San José, Costa Rica, 1998.
15. Zive MM, Nicklas TA, Busch EC, et al. Marginal vitamins and mineral intakes of young adults: The Bogalusa Hearth Study. *J Adoles Health* 1996;19:39-47.
16. Samuelson G, Bratteby L-E, Enghardt H, et al. Food habits and energy and nutrient intake in Swedish adolescents approaching the year 2000. *Acta Paediatr* 1996;415:1-20.
17. Matkovic V, Fontana D, Tominac C, et al. Factors that influence peak bone mass formation: A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 1990;52:878-888.
18. Barr S. Association of social and demographic variables with calcium intakes of high school students. *J Am Diet Assoc* 1994; 94:260-266, 269.
19. Chan GM, Hoffman K, Mc Murray M. The effect of dietary calcium supplementation on puberal girls' growth and bone mineral status. *J Bone Miner Res* 1991;6:240-248.
20. Peacock M. Calcium absorption efficiency and calcium requirements in children and adolescents. *Am j Clin Nutr* 1991;54:261-265.
21. Eak LH, Hackett-Renner C. Calcium intake in youth: sex, age and racial differences in NHANES II. *Prev Med* 1992;21: 473-482.
22. Morgan KJ, Stampely GL, Zabik ME, Fisher DR. Magnesium and calcium dietary intake of the U.S. population. *J Am Coll Nutr* 1985;4:195-206.
23. National Dairy Council. *Meeting calcium requirements with food*. Rossemont, IL, October 1995.
24. Harel Z, Riggs S, Vaz R, et al. Adolescents and calcium: What they do and do not know and how much they consume. *J Adoles Health* 1998;22:225-228.
25. Schejtman A. *Economía política de los sistemas alimentarios*, 1996. Santiago-Chile: FAO/RLAC. 1994: 47-63.
26. Meza N, Rodríguez N. *II Encuesta nacional de consumo aparente de alimentos*. 1996. Costa Rica: Ministerio de Salud. 1997.
27. Jensen R. Fatty acids in milk and dairy products. In: Kuang E, editor. *Fatty acids in foods and their health implications*. New York: Marcel Dekker, Inc, 1992:95-136.
28. Hegsted M, Ausman L, Johnson J, Dallal G. Dietary fat and serum lipids: An evaluation on the experimental data. *Am J Clin Nutr* 1993;57:875-883.
29. Barr S, Mc Kay H. Nutrition, exercise and bone status in youth. *Int Sport Nutr* 1998;8:124-142.
30. Hoerr SM, Lauden VA. Can nutrition information increase sales of healthful vended snacks? *J Sch Health* 1993;63:386-390.
31. Larson-Brown LB. Point of purchase information on vended foods. *J Nutr Educ* 1978;10:116-118.
32. Jeffrey RW, French SA, Raether C, Baxter JE. An environmental intervention to increase fruit and salad purchases in a cafeteria. *Prev Med* 1994; 23: 788-792.
33. French SA, Jeffery RW, Stopry M, Hannan P, Snyder MP, A pricing strategy to promote low fat snack choices through vending machines. *Am J Public Health* 1997; 87: 849-851.

Recibido: 12-12-2000

Aceptado: 15-05-2001

## Efectos de la intervención nutricional sobre las variables antropométricas, la ingesta y las concentraciones de lípidos y lipoproteínas del plasma en niños con dislipidemia

*Flor María Carneiro Muziotti, Virgilio Bosch Román y Melania Izquierdo Rodríguez*

Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela

**RESUMEN.** El propósito de este trabajo fue evaluar el efecto de la intervención nutricional individualizada sobre: 1) Variables Antropométricas; 2) Cambios en las variables de la ingesta lipídica; y 3) Cambios de las concentraciones de lípidos del plasma. Se analizó la relación entre las diferencias inicial menos final de las concentraciones de lípidos del plasma y la calidad de la ingesta. Se procedió a intervenir nutricionalmente por un período de cuatro meses, a un grupo de veintisiete niños, con dislipidemia. Los resultados obtenidos indican que la intervención nutricional individualizada favorece la pérdida de peso y la reducción de los indicadores de músculo y grasa en niños con sobrepeso y con reservas calóricas y proteicas altas o muy altas, sin afectar su ganancia en talla. En el caso de niños con peso adecuado y reservas calórico-proteicas normales se favoreció el mantenimiento de esos parámetros, sin afectar la ganancia en talla. La intervención nutricional también tuvo un efecto beneficioso sobre todas las variables que conforman la ingesta. La reducción en la ingesta de grasas saturadas y colesterol, en niños con dislipidemia, se traduce en un descenso estadísticamente significativo en las concentraciones plasmáticas de colesterol total y las lipoproteínas de Baja Densidad LDL-C (en el orden del 11 y el 17% respectivamente). Los resultados de este estudio ponen en evidencia la importancia de la intervención nutricional en niños con dislipidemia, ya que parece una vía eficiente para la prevención, control y tratamiento de los desórdenes metabólicos, antes de optar por tratamientos con drogas. **Palabras clave:** Dislipidemia, lipoproteínas, intervención nutricional, dieta, niños.

**SUMMARY.** Effects of nutritional intervention on anthropometric variables, intake, serum lipids concentrations and plasma lipids and lipoproteins in dyslipidemic children. The purpose of this study was to evaluate the effect of the individualized nutritional intervention on: 1) Anthropometric variables; 2) Changes in lipid intake variables; 3) Changes in plasma lipids concentrations. The relationship between the initial and final difference in plasma lipid concentrations and the quality of the intake was analyzed. The nutritional intervention was provided in a four-month period to a 27 dyslipidemic children. The results indicate that individualized nutritional intervention favors weight loss and reduction of fat indicators in overweight children with adequate proteic and caloric reserves, not affecting the normal growing process. Those children with normal weight and caloric reserves maintained them without affecting growth. The nutritional intervention also had a beneficial effect on those variables related to dietary intake. The reduction of the saturated fat and cholesterol intake in dyslipidemic children resulted in a significant decrease in total plasma concentration of cholesterol and LDL-C lipoproteins (11% and 17%, respectively). These results show the importance of nutritional intervention in dyslipidemic children since it seems an efficient way for prevention, control and treatment of lipid metabolic disorders over lipemic reducing drugs. **Key words:** Dyslipidemic, lipoproteins, nutritional intervention, diet, children.

### INTRODUCCION

Evidencias científicas señalan que las altas concentraciones plasmáticas de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad LDL-C, lipoproteínas de muy baja densidad VLDL-C y una baja concentración de lipoproteínas de alta densidad HDL-C se correlacionan con la extensión de las lesiones ateroscleróticas en adolescentes y adultos jóvenes (1-3). Los niños y adolescentes con elevadas concentraciones plasmáticas de colesterol, particularmente LDL-C, frecuentemente pertenecen a familias con una alta incidencia

de enfermedad arterial coronaria en sus miembros adultos (4,5).

Estas altas concentraciones de colesterol plasmático en familias pueden ser el resultado de factores genéticos y ambientales. Desde el punto de vista nutricional, se ha observado que niños y adolescentes que presentan altas concentraciones de colesterol plasmático, mantienen una alta ingesta de grasas saturadas y colesterol al igual que los adultos que poseen altas concentraciones de colesterol plasmático y elevadas tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedad cardíaca coronaria (6,7).

Las hiperlipidemias en Venezuela constituyen un problema de salud pública, puesto que pueden estar afectando cerca de un 5% de la población adulta (8). Por otra parte, consideramos que existen evidencias científicas sólidas que permiten afirmar que la mayoría de las hiperlipidemias están patogénicamente relacionadas con los procesos de atero-trombogénesis y que además, una parte considerable de ellas están íntimamente relacionadas con factores ambientales, entre los cuales, la dieta es uno de los más determinantes, y un factor a considerar en la prevención primaria (8).

No obstante, en Venezuela, las referencias de estudios de intervención nutricional en niños con dislipidemias son escasas, de allí la importancia de estudios en este campo, especialmente si consideramos este período de la vida, fundamental en el desarrollo humano, propicia y definitiva para la adquisición de hábitos higiénicos indispensables para una vida adulta saludable.

El propósito de este trabajo fue evaluar el efecto de la intervención nutricional individualizada sobre: 1) Variables antropométricas: peso (P); talla (T); peso-edad (PE); talla-edad (TE); pliegue tríceps (PTr); circunferencia de brazo izquierdo (CBI); area magra (AM) y area grasa (AG), las cuales permiten evaluar las dimensiones y la composición corporal y establecer relación con los valores de referencia; 2) Cambios en las variables de la ingesta como: calorías; adecuación calórica; proteínas; grasas totales; grasas saturadas; grasas monoinsaturadas; grasas poliinsaturadas y colesterol, así como algunas relaciones entre ellas; carbohidratos y fibra dietética y 3) Cambios de las concentraciones de lípidos del plasma: colesterol total, triglicéridos totales, lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-C y tg), lipoproteínas de baja densidad (LDL-C y tg) y lipoproteínas de alta densidad (HDL-C y tg). Se analizó la relación entre las diferencias inicial menos final de las concentraciones de lípidos del plasma y la calidad de la ingesta.

Se aspira que los resultados de este estudio permitan establecer la particular importancia de la intervención nutricional individualizada en: 1) Cambios cualitativos y cuantitativos relacionados con las variables antropométricas de niños con dislipidemia y 2) Cambios cualitativos y cuantitativos en la ingesta, con la finalidad de lograr y conservar concentraciones plasmáticas normales de colesterol, triglicéridos y lipoproteínas, ya que alteraciones de estas concentraciones identificadas en etapas tempranas de la vida, evidencia la presencia de factores de riesgo silentes que inciden, de manera progresiva, en la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles en la edad adulta y de esta manera poder contribuir en la promoción de la salud y la calidad de vida.

## MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se seleccionaron y evaluaron veintisiete niños, con edades comprendidas entre 7 y 11 años, de ellos diecisiete fueron del sexo femenino y diez del masculino, con una edad promedio  $8,74 \pm 1,43$  años, peso corporal promedio de  $38,65 \pm 13,66$  kg, talla promedio de  $1,34 \pm 0,13$  m, los cuales mediante análisis de laboratorio previo, mostraban concentración promedio elevada de colesterol total por encima del percentil 75 ( $200,56 \pm 34,32$  mg/dl), y concentración promedio de triglicéridos normal por debajo del percentil 90 ( $83,19 \pm 16,90$  mg/dl).

El estudio se realizó en el Area Metropolitana de Caracas en niños de todos los estratos socioeconómicos, según clasificación GRAFFAR modificado (9); el cual es un indicador para evaluar subdesarrollo ya que los resultados obtenidos por la aplicación de este método proporcionan un indicador adecuado y confiable para medir los diversos niveles de bienestar del grupo social, perteneciendo a los estratos I y II las familias que disfrutaban del más alto nivel de bienestar, al estrato III las familias de nivel medio de bienestar y a los estratos IV y V las familias en pobreza relativa y pobreza extrema o crítica respectivamente, según esta clasificación; tres niños pertenecieron al Estrato I, once al Estrato II, nueve al Estrato III, dos al Estrato IV y dos al Estrato V.

El marco para la obtención de la muestra fueron los institutos educacionales que participaron en el proyecto "Condiciones de Vida" de Fundacredesa (10), durante los años 1997 y 1998 (11 niños) y los pacientes que acudieron a consulta privada de nutrición clínica durante los años 1997 y 1998 (16 niños).

Todos los niños que acudieron voluntariamente a nuestro llamado, fueron informados de las características de la investigación y sus representantes procedieron a firmar un documento de participación voluntaria.

Posteriormente a un ayuno de 14 horas se procedió a la toma de muestras de sangre, a cada uno de los participantes, en el laboratorio de la sección de lipidología del instituto de medicina experimental (IME), de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela (UCV), con el propósito de confirmar las concentraciones previas de lípidos del plasma: colesterol total, triglicéridos totales, VLDL, LDL y HDL en sus fracciones de colesterol y triglicéridos.

Las lipoproteínas del plasma fueron analizadas por el método de ultracentrifugación preparativa desarrollado en la sección de lipidología del IME (11).

Los criterios confirmatorios utilizados para la selección y calificación de los niños en el estudio fueron los siguientes: Colesterol total por encima del percentil 75 (170 mg/dl o mayor), LDL-C por encima del percentil 75 (110 mg/dl o mayor), Triglicéridos totales por debajo del percentil 90 (150

mg/dl o menor), y HDL-C menor de 45 mg/dl (12).

Los niños cuyos análisis calificaron confirmatoriamente fueron, entonces, evaluados desde el punto de vista nutricional. Para ello se procedió a realizar una historia clínica nutricional, donde se consignaron: datos personales; datos socioeconómicos; antecedentes personales y familiares unilaterales o bilaterales; variables antropométricas: para ello se midieron las variables peso (P) y talla (T), para construir con la edad y el sexo los indicadores: peso-edad (PE), talla-edad (TE), peso-talla (PT), también se midieron las variables: pliegue tríceps (PTr) y circunferencia del brazo izquierdo (CB) y con ellas, se determinaron los indicadores: area magra (AM) y area grasa (AG). A partir de estos indicadores se ubicó a los niños en el percentil correspondiente, de acuerdo a los puntos de corte definidos en las categorías de la "Clasificación Nutricional Antropométrica" (13,14).

Todos los parámetros antropométricos fueron nuevamente determinados en cada uno de los controles sucesivos durante el período de intervención nutricional y registrados en el formulario de evolución nutricional diseñado para este estudio.

Para las mediciones del peso (P) y la talla (T), se utilizó una balanza detecto, previamente calibrada. Los niños fueron pesados con ropa ligera y descalzos. La talla se registró en centímetros y milímetros y el peso se registró en kilogramos y gramos. Las mediciones de la circunferencia del brazo (CB) y pliegue tríceps (PTr), se tomaron en el lado izquierdo, utilizando una cinta métrica y un calibrador de panículo adiposo (15,16).

El error de medición intraobservador para el peso y la talla, expresado en desviaciones típicas de las diferencias entre las medidas duplicadas, se encontró dentro de la variabilidad esperada: los valores observados fueron de 0,3 a 0,4 cm para la talla y de 0,1 a 0,2 kg para el peso y el error de medición en los distintos controles de calidad para la CB y el PTr, en promedio fue de 0,2 cms para la CB y de 0,4 mm para el PTr, los cuales se encontraron dentro de lo esperado, de acuerdo a lo reportado por distintos investigadores (17).

Seguidamente se procedió a la evaluación de la ingesta de alimentos. Como paso inicial, se llenó un "Cuestionario de frecuencia semicuantitativa de ingesta de alimentos" y el "Recordatorio de un día anterior". Con la información obtenida a través de estos instrumentos, se determinó y evaluó la dieta ingerida por los niños (18-20).

Posteriormente y cada mes por tres meses consecutivos, se aplicó a cada participante un "Recordatorio de un día anterior", con la finalidad de determinar las características de la ingesta, evaluar la adherencia a la dieta prescrita y constatar cambio en los hábitos alimentarios. En total se aplicaron cuatro recordatorios de un día anterior durante la ejecución del estudio.

La evaluación de la ingesta de alimentos fue procesada

mediante la aplicación del programa "Sistema automatizado de evaluación del consumo de alimentos en América Latina y el Caribe (CERES)", versión 1.02. (16) Se obtuvo así un promedio de ingesta por niño (21).

Para poder utilizar este programa fue necesario insertar nuevas columnas para datos de grasas saturadas (Agsat), grasas monoinsaturadas (Agmonoi) y grasas poliinsaturadas (Agpoli) de casi todos los alimentos contenidos en la tabla de composición de alimentos venezolana; se revisó la ubicación de los alimentos en los grupos; y finalmente, se agregaron nuevos alimentos (22-28).

Culminados los estudios preliminares y de perfil previo, los niños de la muestra fueron intervenidos nutricionalmente, con el propósito de evaluar el efecto de la dieta sobre las concentraciones de lípidos del plasma, al tiempo que se intentó promover cambios en los hábitos de alimentación, especialmente con relación a la cantidad, calidad y adecuación de los alimentos ingeridos.

La intervención nutricional fue orientada de la siguiente manera: Se procedió a diseñar una dieta individualizada, en la cual se garantizó un adecuado aporte calórico, acorde con la edad y la actividad física, así como para el mantenimiento de un peso corporal adecuado basados en las necesidades de energía y nutrientes recomendadas para Venezuela. (29) En el caso de niños con sobrepeso u obesidad se indicó una restricción calórica de 500 Calorías. (30) También se garantizó que el aporte calórico de las grasas totales representara el 25% de las calorías totales, distribuidas de la siguiente manera: el aporte de las grasas saturadas un 5%, el aporte de las grasas poliinsaturadas un 10% y el aporte de las grasas monoinsaturadas un 10%. (31,32) El aporte calórico de proteínas totales representó el 15% de las calorías totales, con este porcentaje de proteínas garantizamos la ingesta de aminoácidos esenciales para cubrir los requerimientos diarios (33). Se estableció un aporte calórico de carbohidratos (CHO) equivalente al 60% de las calorías totales, con lo cual se garantizó una ingesta aproximada de 125 a 150 g de CHO por cada 1000 calorías. Los carbohidratos, también actuaron como fuente de fibra dietética soluble, muy beneficiosa por sus efectos metabólicos. El aporte diario de fibra dietética representó, por lo menos, 20 g. (34-36) El contenido de colesterol de cada dieta fue siempre mayor de 130 y menor de 180 mg/día. La ingesta diaria total de sal común (NaCl) se limitó a 5 g/día (37).

Finalmente, se estableció una ingesta diaria de líquidos de aproximadamente 1500 cc más 20 cc por cada kg por encima de 20 kg de peso (38). Adicionalmente, se recomendó la realización de una hora diaria de alguna actividad física. (caminata o bicicleta) (39,40).

Para garantizar la adecuada aplicación de los planes individualizados de intervención nutricional, se elaboró un

instructivo que contenía un menú tipo, una lista de intercambios para sustituir alimentos y una guía de recomendaciones generales. Tanto los representantes como los niños fueron orientados en el manejo del instructivo, para lograr una adecuada selección y sustitución de los alimentos. Adicionalmente se les dieron ideas prácticas para la preparación de los alimentos en el hogar (41).

Finalmente, durante el período de intervención nutricional, los niños y sus representantes recibieron orientación nutricional en los controles sucesivos cada treinta días. La intervención nutricional tuvo una duración de cuatro meses y, como dijimos, en cada control se realizó un recordatorio de ingesta de alimentos de un día anterior, para verificar la adherencia a la dieta prescrita inicialmente.

### Procedimientos estadísticos utilizados

Tanto los datos del estudio antropométrico, como los del perfil lipídico del plasma y de las variables dietéticas fueron agrupados según la procedencia: niños de FUNDACREDESA (FC), o niños de la Consulta Privada (CP); según el sexo: femenino (F) o masculino (M); y según el estrato socioeconómico estimado por el Método GRAFFAR Modificado (9): niños de los estratos I y II (GI-II) y niños de los estratos III, IV y V (GIII-V) y se procedió a calcular los estadísticos descriptivos básicos, para toda la muestra y para cada grupo.

Las medias de las variables estudiadas antes y después de la intervención nutricional fueron comparadas utilizando una prueba de "t" para muestras apareadas, con un nivel de significación de 0,05 y un valor crítico para una sola cola.

Finalmente se procedió a calcular el Coeficiente de Correlación de Pearson entre las diferencias (delta) de las variables dietéticas y de aquellas variables antropométricas y del perfil lipídico del plasma que resultaron con diferencias estadísticamente significativas. El valor de significación para la correlación fue también de 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de los antecedentes familiares unilaterales o bilaterales de enfermedades crónicas no transmisibles, obtenidas de las historias clínicas nutricionales de la muestra de veintisiete niños estudiados reveló que un alto porcentaje de los niños resultaron tener antecedentes familiares unilaterales o bilaterales de hipercolesterolemia (51,9% y 22,2% respectivamente). Un porcentaje importante (37% y 18% respectivamente) manifestó tener antecedentes familiares de hipertensión arterial; un porcentaje alto manifestó tener antecedentes de obesidad (22,2% y 14,8% respectivamente) y un pequeño porcentaje manifestó tener antecedentes de *diabetes mellitus* e infarto de miocardio (11,1%). Aquí es conveniente recordar que el riesgo de enfermedad

cardiovascular en los niños aumenta cuando hay historia familiar de enfermedad coronaria o de hipertensión arterial y/o de concentraciones elevadas de colesterol plasmático en padres y abuelos (42,43).

### Variables antropométricas

En relación con la estratificación social (9) se observó que los niños pertenecientes a los estratos I y II, mostraron en promedio un mayor peso corporal y resultaron más altos con un PTr y CBI mayor que los niños pertenecientes a los estratos III, IV y V (Tabla 1).

En cuanto a la agrupación por sexo, se pudo observar que los varones tuvieron más peso corporal, resultaron más altos, con PTr y CBI mayor que las hembras (Tabla 1).

Finalmente, en relación con la procedencia de los niños, los resultados indican que los provenientes de la consulta privada tuvieron un mayor peso corporal y resultaron más altos y con PTr y CBI mayor que los niños provenientes del Proyecto "Condiciones de Vida" de Fundacredesa (Tabla 1).

Al final de la intervención nutricional, el grupo mostró una pérdida de peso corporal de 3,08 kg (7,96%), respecto al inicial, con relación al pliegue de tríceps (PTr), se observó una reducción de aproximadamente 0,38 mm (2,59%), respecto al inicial, con relación a la circunferencia de brazo izquierdo (CB), se observó una reducción de 1,69 cm (7,17%), respecto al inicial y finalmente todos los niños del grupo experimentaron un aumento en la talla, el cual fue, en promedio de 0,02 cm (1,57%) (Tabla 2).

En relación con la estratificación socioeconómica, se observó que los niños pertenecientes a los estratos I y II, mantuvieron en promedio un mayor peso corporal y resultaron más altos con un pliegue de tríceps y circunferencia de brazo izquierdo mayor que los niños pertenecientes a los estratos III, IV y V (Tabla 2).

En cuanto a la agrupación por sexo, se pudo observar que los varones mantuvieron un mayor peso corporal, continuaron siendo más altos, con pliegue de tríceps y circunferencia de brazo izquierdo mayores que las hembras (Tabla 2).

Finalmente, en relación con la procedencia de los niños, se pudo observar que los provenientes de la consulta privada continuaron teniendo más peso corporal y siguieron siendo más altos y con pliegue de tríceps y circunferencia de brazo izquierdo mayor que los niños provenientes del Proyecto "Condiciones de Vida" de Fundacredesa (Tabla 2).

La pérdida de peso y el mantenimiento de una condición de peso corporal adecuado, sin afectar la ganancia en talla, experimentado por los niños al final del estudio, muestra el beneficio de la intervención nutricional individualizada, con restricción calórica moderada, inclusive por corto período de tiempo (44,45).

TABLA 1

Valores medios de las variables antropométricas de la muestra, antes de la intervención nutricional, agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico. (Graffar)

Promedios	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (m)	Pliegue Tríceps (mm)	Circunferencia brazo (cm)
Toda la muestra	8,74±1,43	38,65±13,66	1,34±0,13	14,74±7,20	23,54±4,21
Fundacredesa	8,73±1,48	33,04±10,18	1,33±0,13	10,24±3,14	20,53±3,51
Consulta privada	8,75±1,44	42,52±14,67	1,36±0,13	17,84±7,64	25,61±3,36
Hembras	8,47±1,43	36,69±13,1	1,31±0,12	12,95±7,10	23,15±3,95
Varones	9,20±1,52	42,00±15,01	1,41±0,14	17,78±8,13	24,21±4,82
Graffar I y II	8,86±1,45	44,41±13,37	1,39±0,13	18,70±7,16	26,06±3,67
Graffar III a V	8,62±1,41	32,46±13,92	1,31±0,13	10,48±7,35	20,83±4,28

TABLA 2

Valores medios de las variables antropométricas de la muestra, después de la intervención nutrición al agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico (Graffar)

Promedios	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (m)	Pliegue Tríceps (mm)	Circunferencia brazo (cm)
Toda la muestra	8,74±1,43	* 35,57±11,01	*1,36±0,13	14,35±5,10	*21,85±2,32
Fundacredesa	8,73±1,48	*33,08±8,75	*1,35±0,13	11,59±2,13	*20,84±2,14
Consulta privada	8,75±1,44	*37,29±12,31	*1,38±0,13	16,26±5,70	*22,55±2,24
Hembras	8,47±1,43	*33,54±10,76	*1,33±0,13	12,69±5,04	*21,58±2,19
Varones	9,20±1,52	*39,05±11,76	*1,43±0,14	17,19±5,70	*22,32±2,49
Graffar I y II	8,86±1,45	*39,59±11,03	*1,41±0,13	17,31±5,16	*23,04±2,18
Graffar III a V	8,62±1,41	*31,25±11,23	*1,33±0,13	11,18±5,17	*20,57±2,35

\*P< 0,05

El comportamiento del tejido graso y las variaciones del Pliegue de Tríceps (PTr), mostradas por los niños estudiados fue el esperado. Estos son indicadores sensibles para evaluar malnutrición por déficit, y en la muestra estudiada no se evidencio ningun niño que presentara malnutrición por déficit (46,47). La asociación entre la maduración temprana y un aumento de la grasa corporal ha sido señalada por otros autores(48); los pliegues cutáneos y el contenido de grasa corporal guardan una buena correlación en niños (49).

El comportamiento del tejido muscular y los cambios en la circunferencia del Brazo izquierdo (CB), mostrada por los niños al final del estudio fue también el esperado, estos indicadores son adecuados, por su sensibilidad, para evaluar malnutrición por exceso y su disminución implica pérdida de grasa, de músculo o de ambos tejidos, mientras que su aumento puede deberse a un predominio de músculo y no de grasa (50).

En este punto es conveniente señalar que el riesgo de producir retraso permanente en el crecimiento en niños, por aplicación de restricción calórica en la dieta puede ser contrarrestado si se controlan cuidadosamente los cambios de peso, talla y la masa libre de grasa, tal como se evidencia en este estudio. El éxito inicial en la pérdida de peso se asocia con cambios favorables de corto a largo plazo en relación con el perfil lipídico del plasma, pero el éxito a medio y largo plazo depende fundamentalmente de la dinámica familiar (51).

#### Ingesta de alimentos

Es importante señalar la elevada frecuencia de la ingesta de bebidas gaseosas azucaradas, chocolate, tortas y papas chips, los cuales son alimentos con alta densidad calórica, grasas saturadas y colesterol (Tabla 3).

TABLE 3  
Alimentos de ingesta más frecuente, antes y después de la intervención nutricional, ordenados decrecientemente

ALIMENTOS DE INGESTA MAS FRECUENTE	
Antes de la intervención	Después de la intervención
Leche líquida completa	Leche líquida descremada
Grasas visibles (aceites vegetales y mantequilla)	Grasas visibles (aceites vegetales y margarina)
Bebidas gaseosas azucaradas	Arepa de maíz blanco
Azúcar blanco	Queso blanco suave
Arepa de maíz blanco	Arroz blanco
Chocolate (barra)	Pan de trigo
Arroz blanco	Carne de aves (pechuga y muslo de pollo)
Legumbres (cebolla, tomate y zanahoria)	Pescados (atún)
Carne de aves (pollo)	Legumbres (cebolla, tomate y zanahoria)
Tubérculos/papa	Frutas (naranja y lechosa)
Empanada de carne de res	Azúcar blanco
Papas chips (todas las marcas)	
Pizza	
Huevos de gallina	
Chocolate (torta)	
Frutas (Cambur)	

Observamos también, como luego de la intervención nutricional la leche líquida completa es sustituida por leche líquida descremada; se incorpora la margarina tipo suave como sustituto de la mantequilla; se incorpora también la

ingesta de pan de trigo enriquecido, queso blanco suave, pescados/atún y frutas como: lechosa y naranja; se observó una disminución significativa en la ingesta de azúcar blanco, bebidas gaseosas azucaradas; desapareció la ingesta de papas "chips", de empanadas de carne de res, la pizza, el chocolate y las tortas; pero se mantuvo la ingesta de arepa de maíz blanco, arroz, legumbres y carne de aves (pollo) (Tabla 3).

Para el análisis de la ingesta fue necesario convertir los datos obtenidos de los cuestionarios de frecuencia semicuantitativa de ingesta y de los recordatorios de ingesta de un día anterior, y expresarlos en términos de calorías y macronutrientes. Esto permitió relacionar la ingesta con las necesidades y requerimientos de calorías y macronutrientes usados como referencia. Pudimos estimar así la adecuación calórica de la ingesta y el aporte por macronutrientes (52,53).

#### Ingesta calórica

La ingesta calórica promedio del grupo, antes de la intervención nutricional, fue elevada ( $2697,01 \pm 660,57$  Cal) y con alta variabilidad entre los grupos (Tabla 4). Sin embargo, los niños provenientes de Fundacredesa mostraron una ingesta calórica menor que los niños provenientes de la consulta privada. Con relación al sexo, la ingesta de las hembras fue menor que la de los varones, y los niños pertenecientes a los estratos I y II, tuvieron una ingesta mayor, que los pertenecientes a los estratos III, IV y V.

Después del período de intervención nutricional la ingesta calórica experimentó un descenso considerable, reflejando una ingesta bastante ajustada al valor propuesto en la intervención nutricional y muy homogénea para todos los grupos (Tabla 5).

TABLE 4  
Valores medios de las variables dietéticas (composición de la ingesta), de la muestra de 27 niños con dislipidemia, antes de la intervención nutricional

Valores medios	Calorías	Proteínas totales (g)	Carbo-hidratos (g)	Fibra (g)	Grasas totales (g)	Grasas saturadas (g)	Grasas mono insaturadas (g)	Grasas poli insaturadas (g)	Colesterol (mg)
Toda la muestra	2697.01±660.57	83.05±24.56	313.87±96.46	6.71±3.76	123.19±35.01	53.94±13.21	44.95±11.00	*23.97±5.87	407.19±159.75
Fundacredesa	2294.70±499.60	70.13±18.38	284.65±118.76	8.08±4.48	97.11±22.77	45.89±9.99	38.24±8.33	20.40±4.44	287.43±111.02
Consulta privada	2973.61±624.22	91.93±25.36	333.96±75.27	5.76±3.12	141.11±30.62	59.47±12.48	49.56±10.40	26.43±5.55	489.52±135.17
Hembras	2600.17±667.37	82.97±25.46	295.90±97.18	6.41±3.24	120.53±35.07	52.00±13.35	43.34±11.12	23.11±5.93	406.33±158.06
Varones	2861.65±589.93	83.20±22.36	344.43±102.43	7.21±4.34	127.71±32.19	57.23±11.79	47.69±9.83	25.44±5.24	408.64±148.05
Graffar I y II	2903.25±663.85	88.73±26.01	336.17±97.52	6.47±3.44	133.62±36.09	58.06±13.28	48.39±11.06	25.81±5.90	421.99±154.75
Graffar III a V	2474.92±672.96	76.94±25.34	289.85±98.31	6.97±3.84	111.96±35.46	49.50±13.46	41.25±11.22	22.00±5.98	391.24±150.34

TABLA 5  
Valores medios de las variables dietéticas (composición de la ingesta), de la muestra de 27 niños con dislipidemia, después de la intervención nutricional, agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico (Graffar)

Valores medios	Calorías	Proteínas totales (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Grasas totales (g)	Grasas saturadas (g)	Grasas mono insaturadas (g)	Grasas poli insaturadas (g)	Colesterol (mg)
Toda la muestra	*1716.26±283.77	*74.15±11.89	*255.53±49.86	*18.53± 4.47	*44.60±10.73	*14.95±3.22	*14.95±5.95	*14.69±3.55	*126.48±34.19
Fundacredesa	*1756.09±277.89	*73.19±11.50	*266.90±49.22	*16.00±3.75	*44.21±5.74	*13.14±2.57	*15.45±3.06	*15.62±3.19	*129.60±42.69
Consulta privada	*1688.88±293.48	*74.81±10.01	*247.71±50.35	*20.27±4.18	*44.86±13.32	*16.20±3.10	*14.61±7.41	*14.04±3.76	*124.33±28.28
Hembras	*1697.76±292.55	*73.39±10.74	*254.82±51.06	*18.91±4.24	*43.28±11.12	*15.03±3.12	*13.99±6.11	*14.26±3.47	*131.14±34.55
Varones	*1747.72±285.15	*75.44±11.55	*256.72±47.61	*17.88±4.47	*46.84±12.55	*14.82±3.47	*16.58±7.05	*15.41±3.94	*118.55±36.45
Graffar I y II	*1627.46±306.52	*72.21±11.32	*238.37±52.62	*19.81±4.38	*43.38±11.88	*15.31±3.01	*15.00±6.48	*13.06±3.51	*118.86±30.51
Graffar III a V	*1811.89±282.43	*76.24±10.56	*274.00±49.46	*17.16±4.44	*45.91±10.88	*14.57±3.29	*14.90±6.03	*16.44±3.61	*134.68±31.94

\* p<0.05

### Ingesta de proteínas, carbohidratos y fibra dietética

Antes del período de intervención nutricional, la ingesta de proteínas promedio para toda la muestra fue elevada (83,05±24,56 g), pero menor para los niños de Fundacredesa (70,13±18,38 g), en comparación con los niños de la consulta privada (91,93±25,36 g). Con relación al sexo, la ingesta de proteínas fue similar para ambos sexos, pero con relación al Graffar Méndez-Castellano se observó que los niños de los estratos I y II, mostraron una ingesta de proteínas mayor, que los pertenecientes a los estratos III, IV y V, mientras que la ingesta promedio de carbohidratos para toda la muestra fue alta (313,87±96,46 g). Con relación al sexo, se observó que la ingesta fue menor en las hembras, que en los varones. Con relación al estrato socioeconómico, los niños de los estratos I y II, mostraron una ingesta mayor, que los pertenecientes a los estratos III, IV y V y La ingesta promedio de fibra dietética para toda la muestra fue de 6,71±3,76 g, siendo para los niños provenientes de Fundacredesa un poco mayor que para los niños provenientes de la consulta privada. La ingesta de fibra dietética fue menor en las hembras, que en los varones pero no se observó diferencias entre los niños en función del estrato socioeconómico (Tabla 4).

Después del período de intervención nutricional, la ingesta de proteínas promedio descendió a 74,15±11,89 g y confirmó la tendencia a la homogeneización de la respuesta entre grupos, la ingesta de carbohidratos descendió a 255,53±49,86 g, siendo para los niños de Fundacredesa menor, que para los niños provenientes de la consulta privada. Con relación al sexo, no se observó mayores diferencias entre las hembras y los varones, pero con relación al estrato socioeconómico, se observó que los niños de los estratos I y II, mostraron una ingesta menor, que los de los estratos III, IV y V, mientras que la ingesta de fibra dietética aumentó sustancialmente 18,53± 4,47 g y fue muy similar en todos los grupos (Tabla 5).

### Ingesta de grasas y colesterol

Antes del período de intervención nutricional, la ingesta promedio de grasas totales, grasas saturadas, grasas monoinsaturadas y grasas poliinsaturadas para toda la muestra, fue muy elevada (123,19±35,01 g; 53,94±13,21 g; 44,95±11,00 g y 23,97±5,87 g respectivamente), siendo para los niños de Fundacredesa un poco menor (97,11±22,77 g; 45,89±9,99 g; 38,24±8,33 g y 20,40±4,44 g respectivamente), en comparación con los niños provenientes de la consulta privada de (141,11±30,62 g; 59,47±12,48 g; 49,56±10,40 g y 26,43±5,55 g respectivamente). En las hembras fue menor, que en los varones y los niños de los estratos I y II, mostraban una ingesta mayor, que los pertenecientes a los estratos III, IV y V. La ingesta promedio de colesterol fue muy elevada (407,19±159,75 mg), pero menor para los niños de Fundacredesa que para los niños de la consulta privada. No se observó diferencias entre las hembras y los varones, pero con relación al Graffar los niños de los estratos I y II, mostraron una ingesta mayor que los pertenecientes a los estratos III, IV y V (Tabla 4).

Después del período de intervención Nutricional la ingesta de grasas totales descendió notablemente a 44,60±10,73 g, siendo muy similar en todos los niños, la ingesta promedio de grasas saturadas también descendió notablemente a 14,95±3,22 g, observándose pequeñas diferencias entre los grupos, la ingesta de grasas monoinsaturadas descendió a 14,95±5,95 g, siendo muy similar en todos los niños independientemente de su procedencia, sexo y estrato socioeconómico, la ingesta de grasas poliinsaturadas descendió a 14,69±3,55 g, no observándose mayores diferencias entre los grupos de niños y la ingesta de colesterol descendió notablemente a un valor promedio de 126,48 ±34,19 mg, aunque el descenso fue menor para los niños de Fundacredesa, en comparación con los niños de la consulta privada. También se observó que la ingesta se redujo más en los varones que en las hembras y que los niños pertenecientes a los estratos I y II, tuvieron una ingesta más

baja, que los pertenecientes a los estratos III, IV y V (Tabla 5).

#### Fórmula calórica

El aporte calórico promedio fue de  $12,39 \pm 2,37\%$  para las proteínas,  $41,12 \pm 6,09\%$  para las grasas de las cuales el  $18,00\%$

provino de las grasas saturadas, el  $15,00\%$  de las grasas monoinsaturadas y el  $7,98\%$  de las grasas poliinsaturadas. Por otro lado se observó que el aporte calórico de los carbohidratos fue de  $46,48 \pm 6,94\%$  (Tabla 6).

TABLA 6  
Valores medios de la distribución porcentual del aporte calórico por macronutrientes, antes y después de la intervención nutricional, agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico (Graffar)

Promedios	% Calórico					
	% Proteínas		% Grasas		% Carbohidratos	
	A	D	A	D	A	D
Toda la muestra	12,39±2,37	*16,75±1,74	41,12±6,09	*22,75±3,97	46,48±6,94	*60,54±4,14
Fundacredesa	12,47±2,74	*17,92±1,44	38,85±8,53	*23,88±2,20	48,62±9,90	*59,37±2,27
Consulta privada	12,33±2,19	*17,49±1,85	42,68±3,09	*23,08±4,57	45,00±3,54	*59,77±4,41
Hembras	12,73±2,35	*17,38±1,74	41,41±5,81	*23,92±3,86	45,86±6,91	*60,94±3,84
Varones	11,81±2,61	*17,95±1,80	40,62±7,29	*23,95±4,40	47,52±8,44	*59,44±3,79
Graffar I y II	12,31±2,39	*16,91±1,73	41,61±6,01	*22,85±4,07	46,05±7,19	*60,90±3,92
Graffar III a V	12,47±2,42	*17,45±1,73	40,59±6,16	*23,40±3,82	46,94±7,01	*59,75±3,78

\* p< 0,05

A = antes de la intervención nutricional D = después de la intervención nutricional

Como se ve, los valores mostraron poca variación entre grupos según la procedencia. Tampoco se observaron mayores diferencias con relación al sexo y al estrato socioeconómico. En este aspecto, la muestra tuvo un comportamiento bastante homogéneo (Tabla 6).

Después del período de intervención nutricional, la distribución porcentual del aporte calórico por macronutrientes experimentó un aumento con relación a las proteínas y los carbohidratos, así como una disminución notoria en el aporte proveniente de grasas totales y grasas saturadas. Todos los grupos mostraron un comportamiento muy similar, con aportes cercanos a los valores promedio para toda la muestra y representaron un buen ajuste a la fórmula calórica establecida para el período de intervención nutricional (Tabla 6).

#### Relación entre variables dietéticas lipídicas

La relación grasas totales/grasas saturadas antes del período de Intervención nutricional fue de  $2,28 \pm 0,33:1$ , aunque baja con relación al valor deseado de  $5:1$  (54) y muy similar entre grupos según la procedencia, el sexo y el estrato socioeconómico. (Graffar), la relación grasas poliinsaturadas/grasas saturadas fue muy baja de  $0,44 \pm 0:1$  y alejada de la relación ideal de  $2:1$ , además resultó independiente de la procedencia, el sexo y el estrato socioeconómico y la relación grasas poliinsaturadas/grasas monoinsaturadas fue de  $0,53 \pm 0:1$  y no se encontraron diferencias dignas de destacar ni según la procedencia ni el sexo o el estrato socioeconómico (Tabla 7).

Después del período de intervención nutricional, la relación

grasas totales/grasas saturadas aumentó a  $3,46 \pm 0,65:1$ . La relación fue mejor para los niños de la consulta privada y para los niños de los estratos III, IV y V, pero no hubo mayores diferencias entre varones y hembras, la relación grasas poliinsaturadas/grasas saturadas experimentó un aumento satisfactorio a  $1,25 \pm 0,33:1$ , siendo mejor para los niños de los estratos socioeconómicos III, IV y V. Sin embargo, no hubo diferencias importantes entre grupos de procedencia y entre varones y hembras y finalmente la relación grasas poliinsaturadas/grasas monoinsaturadas mostró un aumento a  $1,02 \pm 0,20:1$ , siendo mejor para los niños procedentes de Fundacredesa y para los de estrato socioeconómico III, IV y V. No hubo diferencias entre sexos (Tabla 7).

#### Concentraciones de lípidos y lipoproteínas del plasma

Después de la intervención nutricional se observó un descenso significativo en las concentraciones plasmáticas promedio del Colesterol total y el LDL-C para toda la muestra y para cada grupo. La reducción estuvo en el orden de  $22,07$  y  $23,78$  mg/dl que equivalen al  $11\%$  y al  $17\%$  respectivamente. Los descensos más importantes se observaron en los niños de la Consulta Privada con  $28,31$  y  $26,31$  mg/dl (una reducción del  $13\%$  y  $18\%$  aproximadamente); en los varones con  $25,50$  y  $24,60$  (una reducción del  $12$  y  $16\%$  aproximadamente) y en los niños de los estratos III a V con  $29,38$  y  $29,54$  mg/dl (una reducción del  $14\%$  y  $21\%$  aproximadamente). En este último caso las diferencias entre estratos fueron altas (Tablas 8,9 y 10).

TABLA 7

Valores medios de la relación entre variables lipídicas de la ingesta, en la muestra, antes y después de la intervención nutricional, agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico (Graffar)

Promedios	GTOT / GSAT		GPOLI / GSAT		GPOLI / GMONOI	
	A	D	A	D	A	D
Toda la muestra	2,28±0,33	*3,46±0,65	0,44±0	*1,25±0,33	0,53±0	*1,02±0,20
Fundacredesa	2,16±0,47	*1,98±0,76	0,44±0	*0,47±0,42	0,53±0	*0,72±0,19
Consulta privada	2,25±0,17	*2,30±0,36	0,37±0	*0,44±0,13	0,50±0	*0,53±0,23
Hembras	2,33±0,32	*2,24±0,53	0,34±0	*0,57±0,27	0,42±0	*0,70±0,21
Varones	2,38±0,41	*2,15±0,76	0,38±0	*0,52±0,40	0,51±0	*0,71±0,20
Graffar I y II	2,28±0,33	*1,97±0,38	0,35±0	*0,53±0,17	0,49±0	*0,73±0,21
Graffar III a V	2,42±0,34	*3,04±0,67	0,35±0	*1,02±0,35	0,41±0	*1,03±0,21

\* p< 0,05

A = antes de la intervención nutricional D = después de la intervención nutricional

TABLA 8

Valores medios de las variables que conforman el perfil lipídico del plasma de una muestra de 27 niños con dislipidemia, antes de la intervención nutricional, agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico

Valores medios	Colesterol total (mg/dl)	Triglicéridos totales (mg/dl)	VLDL-C (mg/dl)	VLDL- Tg (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	LDL-Tg (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	HDL- Tg (mg/dl)
Toda la muestra	200,56±34,32	83,19±16,90	17,85±10,72	34,11±13,83	138,11±26,72	29,26±7,53	44,59±9,12	19,81±4,11
FundaCredesa	207,09±50,34	81,18±18,56	16,82±11,21	34,09±16,53	140,91±40,45	26,82±6,59	49,36±12,25	20,27±4,80
Consulta privada	196,06±17,31	84,56±16,13	18,56±10,67	34,13±12,22	136,19±11,69	30,94±7,87	41,31±4,01	19,50±3,71
Hembras	193,53±35,36	83,53±16,84	21,24±10,31	34,76±13,93	128,82±27,66	29,47±7,79	43,47±8,77	19,29±4,13
Varones	212,40±49,91	84,20±20,26	15,40±9,57	34,60±16,04	148,60±32,32	28,80±7,22	48,40±10,7	20,80±4,34
Graffar I y II	202,14±37,35	82,00±17,21	17,36±10,02	35,14±13,51	140,14±28,76	27,93±8,11	44,64±9,21	18,93±3,79
Graffar III a V	198,77±34,70	85,69±17,17	20,92±10,81	34,23±13,96	131,85±27,13	30,62±7,63	46,00±9,29	20,85±4,19

TABLA 9

Valores medios de las variables que conforman el perfil lipídico del plasma de una muestra de 27 niños con dislipidemia, después de la intervención nutricional, agrupados por procedencia, sexo y estrato socioeconómico (Graffar)

Valores medios	Colesterol total (mg/dl)	Triglicéridos totales (mg/dl)	VLDL-C (mg/dl)	VLDL- Tg (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	LDL-Tg (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	HDL- Tg (mg/dl)
Toda la muestra	*178,48±28,27	90,07±27,27	19,04±10,16	41,30±21,55	*114,33±23,40	28,96±7,84	45,11±10,22	19,81±4,42
FundaCredesa	*188,00±40,24	90,54±30,53	19,77±13,04	39,38±22,72	*122,00±32,38	31,00±8,96	46,23±12,7	20,15±4,90
Consulta privada	*168,94±8,23	88,31±25,68	18,00±7,92	40,75±21,45	*108,31±12,47	28,44±7,24	42,63±7,58	19,13±4,08
Hembras	*173,59±29,10	93,18±27,63	17,94±10,36	43,24±22,24	*111,53±24,24	29,59±7,33	44,12±10,15	20,35±4,55
Varones	*186,90±34,09	83,20±27,79	17,80±11,35	36,40±20,28	*124,00±27,88	28,00±8,69	45,10±10,65	18,80±4,58
Graffar I y II	*180,93±30,90	86,57±27,86	21,07±9,22	37,79±22,29	*115,36±25,02	29,29±7,67	44,50±9,86	19,50±4,31
Graffar III a V	*175,92±28,75	92,62±27,73	14,46±10,07	43,85±21,91	*117,00±23,16	28,69±7,91	44,46±10,36	20,08±4,43

\*p< 0,05

TABLA 10

Valores medios de las diferencias entre variables lipídicas del plasma, antes y después de la intervención nutricional en una muestra de 27 niños con dislipidemia. Diferencias en mg/dl, agrupadas por procedencia, sexo y estrato socioeconómico. (Graffar)

Valores medios	Colesterol total delta (mg/dl)	Triglicéridos delta (mg/dl)	VLDL-C delta (mg/dl)	VLDL-Tg delta (mg/dl)	LDL-C delta (mg/dl)	LDL-Tg delta (mg/dl)	HDL-C delta (mg/dl)	HDL-Tg delta (mg/dl)
Toda la muestra	-22.07	6,89	1.19	7.19	-23,78	-0.30	0.52	0.00
Fundacredesa	-13.00	13,18	2.55	11,45	-20.09	-0,09	4.55	1,82
Consulta Privada	-28.31	2,56	0.25	4,25	-26,31	-0,44	-2.25	-1,25
Hembras	-20.06	11,53	0.47	10,35	-23,29	0.00	2.76	1,18
Varones	-25.50	1,00	2.40	1.80	-24,60	-0.80	-3,30	-2.00
Graffar I y II	-15.14	8,36	0.86	4.86	-11,14	3,57	-3.14	-0.07
Graffar III a V	-29.38	2.85	1.54	7.23	-29.54	-4,31	1.69	-0.08

En cuanto a las concentraciones plasmáticas de triglicéridos totales (Tg t), estos mostraron un incremento moderado de 6,89 mg/dl (equivalente al 8,28%). La concentración más alta fue observada en los niños de Fundacredesa, en las hembras y en los niños de los estratos I y II. No obstante, la concentración de Tg t se mantuvo dentro de los límites normales (Tablas 8,9 y10).

Con relación a las concentraciones promedio de las VLDL-C y VLDL-tg, se observaron incrementos en el orden de 6,6% y el 21% respectivamente. Las diferencias más importantes se encontraron entre varones y hembras, en el caso de la VLDL-C y en la procedencia en el caso de la VLDL-Tg. No obstante, las variaciones no fueron significativas (Tabla 8,9 y10).

Finalmente, las concentraciones promedio de las HDL-C y HDL-tg, mostraron también variaciones pequeñas o nulas (entre 1,16% y 0.0% respectivamente), aunque la variabilidad entre grupos fue alta (Tabla 8,9 y10).

El análisis de estos resultados refleja el beneficio de la intervención nutricional para el logro de una ingesta calórica y de macronutrientes adecuada. El descenso significativo en la ingesta de grasas totales, grasas saturadas y de colesterol, así como la evidencia de unas relaciones de grasas totales/grasas saturadas, grasas poliinsaturadas/grasas saturadas y grasas poliinsaturadas/grasas monoinsaturadas mejoradas, tienen una importante influencia sobre las concentraciones plasmáticas de colesterol y por ende en los trastornos del metabolismo lipídico.

Aunque la sensibilidad a las grasas dietéticas varía de un individuo a otro, el efecto que tienen sobre la concentración plasmática de colesterol depende del tipo y cantidad de grasa ingerida (55,56).

Por otro lado los resultados mostraron una ingesta de fibra dietética significativamente mejorada durante el período de intervención nutricional. Este es un logro muy importante por sus conocidos efectos beneficiosos sobre las

concentraciones de lípidos del plasma (57-59).

Por otra parte, la reducción en la ingesta de alimentos con alta densidad calórica, también se traduce en pérdida de peso y/o mantenimiento de un peso adecuado, aspecto de gran importancia en la prevención y control de factores de riesgo a enfermedad cardiovascular. Esto es particularmente cierto si, además, tomamos en consideración que estos resultados corresponden a niños con elevadas concentraciones plasmáticas de colesterol total y lipoproteínas de baja densidad LDL-C, algunos con peso corporal adecuado otros con sobrepeso, y que además mostraron tener antecedentes familiares unilaterales y bilaterales de enfermedades crónicas no transmisibles del adulto (60).

La adición del ejercicio a la dieta mejora los resultados de ésta, no sólo en cantidad de peso perdido, sino también en cuanto a la mejoría de la condición general (61).

Así pues, la reducción de peso conseguida por restricción calórica y actividad física regular tiene efectos beneficiosos sobre la concentración de lípidos y lipoproteínas del plasma y quizás también sobre la prevención de la aterosclerosis. Estos resultados obtenidos relevan la importancia del beneficio de la intervención nutricional.

Si consideramos que también obtuvimos reducciones significativas en la ingesta de grasas saturadas y colesterol, como consecuencia de la intervención nutricional, podemos asumir la existencia de relación con las reducciones observadas en las concentraciones plasmáticas del colesterol total y el LDL-C.

Algunos autores señalan reducciones en las concentraciones de LDL-C del 6% con intervención Nutricional, con un descenso adicional entre un 13 a 25% producido por terapia con resinas. El tratamiento con dietas bajas en grasas es más efectivo que el uso de secuestrantes de ácidos biliares ya que ayudan a prevenir la esteatorrea en niños tratados con resinas (62-64).

La ausencia de significación estadística observada en las

diferencias entre los valores inicial-final en las concentraciones de Triglicéridos total, VLDL-C y VLDL-tg, LDL-tg y HDL-C y HDL-tg no resulta inesperada, ya que éstas, pero especialmente las VLDL, reflejan directamente los cambios en el peso corporal, en la ingesta y el metabolismo de los carbohidratos e indirectamente las alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos pueden tener influencias en las concentraciones de LDL y HDL (65,66).

Todo parece indicar, de acuerdo a nuestros resultados, que los niños con dislipidemia son muy sensibles en su respuesta a la intervención nutricional y que la reducción en las concentraciones plasmáticas de colesterol total y de la LDL-C entre un 10 y un 20% fue suficiente para normalizar y estabilizar las concentraciones del plasma en el 41% y en el 48%, de los niños intervenidos, respectivamente. La mayoría de los autores coinciden en que un período de intervención nutricional con cambios de ingesta, entre 8 y 16 semanas, parece ser adecuado para lograr reducciones considerablemente satisfactorias antes de decidir la opción de tratamiento con drogas hipolipemiantes (67,68).

La existencia de correlación significativa entre las concentraciones plasmáticas de Colesterol y LDL-C, con los cambios ocurridos en la ingesta de colesterol nos permiten afirmar que al disminuir la ingesta de grasas saturadas y colesterol en niños con Dislipidemia, aun por un período corto de tiempo, se produce como consecuencia un descenso en las concentraciones plasmáticas de colesterol y LDL-C. No obstante, constatamos que el grado del descenso varía considerablemente de un niño a otro. La variación es consistente con el concepto de respuesta de las concentraciones de lípidos del plasma y cambios en la ingesta, los cuales son modificables por la genética, el metabolismo y otras variables indefinidas (69,70).

#### AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV), por el apoyo financiero otorgado a este trabajo, a través del Proyecto registrado con el N° 09-13-4077-98 y de los Complementos a la investigación registrados con los N° 09.284.97-09.140.99 y 09.108.2000.

A la Fundación para el estudio del Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana (FUNDACREDESA), muy especialmente al Dr. Hernán Méndez Castellano, a la Dra. Maritza Landaeta de Jiménez y al Sr. Edgar Vásquez, por su apoyo en la facilitación de datos de los niños que participaron en el Programa "Condiciones de Vida" y que luego formaron parte de la muestra de este estudio.

Al equipo de investigadores, personal técnico y obrero de la Sección de Lipidología del Instituto de Medicina

Experimental (IME), por su valiosa colaboración en todas las etapas de desarrollo de este trabajo de investigación.

#### REFERENCIAS

1. Bergström E, Hernell O, Person LA y Vessby B. Serum lipid values in adolescents are related to family history, infant feeding, and physical growth. *Atherosclerosis*. 1995; 117:1-13.
2. Blackburn H. Epidemiologic evidence and public health implications: Proceedings of the International Symposium on Epidemiology and prevention of Atherosclerosis Disease. *Prev Med*. 1983; 12: 1-10.
3. Kwiterovich PO. Dyslipoproteinemia and other risk factor for atherosclerosis in children and adolescents. *Atherosclerosis*. 1994; 108(suppl): S55-S71.
4. Holman RL. Atherosclerosis: a pediatric nutrition problem. *Am J Clin Nutr*. 1961; 9: 565.
5. Pearson T, LaCava J y Weil HF. Epidemiology of Thrombotic-hemostatic factors and their associations with cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*. 1997; 65(suppl): 1674S-82S.
6. Pyörälä K, De Backer G, Graham I, Poole-Wilson P y Wood D. Prevention of coronary heart disease in clinical practice: Recommendations of the Task Force of the European Society of Cardiology, European Atherosclerosis Society and European Society of Hypertensión. *Atherosclerosis*. 1994; 110:121-161.
7. Howell W, McNamara DJ, Tosta MA, Smith BT y Gaines JA. Plasma lipid and lipoprotein responses to dietary fat and cholesterol: A meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 1997; 65:1747-64.
8. Bosch V. Prevención de Enfermedades Cardiovasculares en Venezuela. En: Fundación Cavendes (de). IV Simposio La Nutrición ante la Salud y la Vida. Editorial Sarbo. Caracas-Venezuela. 1991, 149-153.
9. Méndez-Castellano H y Méndez MC. Estratificación social y biología humana. *Arch Venez Puer Ped*. 1986; 49:93-104.
10. Méndez-Castellano H, Bosch-Roman V, López-Blanco M y Landaeta-Jimenez M. Fundacredesa. Proyecto Venezuela. Caracas-Venezuela, 1993.
11. Bosch V, Rodríguez M y Gerón N. "Características de las dislipoproteínas más frecuentes en Venezuela, estudiadas mediante un análisis de ultracentrifugación preparativa". *Invest Clin*. 1987; 28: 5-19.
12. Beaton G, Burema J y Ritenbaugh C. Errors in the interpretation of dietary assessments. *Am J Clin Nutr*. 1997; 65(suppl):1100S-7S.
13. Méndez-Castellano H, Bosch-Roman V, López-Blanco M y Landaeta-Jimenez M. Estudio Nacional de Crecimiento y desarrollo de la República de Venezuela. Ministerio de la Secretaria. FUNDACREDESA. Caracas-Venezuela. 1996; 1270-73.
14. López-Blanco M, Hernández-Valera Y, Landaeta-Jimenez M y Henríquez-Pérez G. Crecimiento y Nutrición en la Región Latinoamericana. *An Venez Nutr*. 1993; 6:47-90.

15. Méndez-Castellano H, López-Blanco M, Landaeta-Jimenez M y Col. Estudio Transversal de Caracas. Arch Venez Puer Ped. 1986; 49:111-155.
16. Cameron N. The Methods of Auxological Anthropometry. En: Human Growth. Postnatal Growth (F Falkner, JM Tanner eds) Plenum Press. NY. 1986;2:35-90.
17. Tanner JM, Whitehouse RH y Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity. British Children. Arch Dis Child. 1966; 41:454-71.
18. Jordan JRM, Hernández J, Bebelagua A, Tanner JM y col. The Cuban National Growth Study as an example of population health monitoring: design and methods. Ann Hum Biol. 1975; 2:153-171.
19. Beaton G, Burema J y Ritenbaugh C. Errors in the interpretation of dietary assessments. Am J Clin Nutr. 1997; 65(suppl): 1100S-7S.
20. Rockett H y Graham C. Assessing diets of children and adolescents. Am J Clin Nutr. 1997;65(suppl): 1669S-73S.
21. Coates R y Monteilh C. Assessments of food-frequency questionnaires in minority populations. Am J Clin Nutr. 1997; 65(suppl): 1108S-15S.
22. Rodríguez A, Llanes I, Nodarse I, Viera A, Siberio I, Menchú MT, Méndez H, Madrigal H, Tacsan L, Boscan M, Illa M, García C, Gay J, Jiménez S, Zulueta D y Martín I. FAO. Sistema Automatizado para la Evaluación del Consumo de Alimentos en América Latina y el Caribe. Sistema CERES. (Versión 1.02) La Habana-Cuba. 1997.
23. Bosch V y Camejo. Grasas, Alimentación y Salud. Monte Avila Editores, C.A. Caracas-Venezuela. 1986.
24. Bosch V y Cuevas C. Acidos Grasos de los Alimentos de Mayor Consumo en Venezuela. Arch Latinoam Nutr.1995; 45:1-S.
25. CONAL. Comisión Nacional de Alimentación y el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". Valor Nutritivo de los Alimentos de Mayor Consumo en México. Tablas de Uso Práctico; Impreso en los Talleres de El Valle de Anso. Edición. Febrero 1992.
26. Elmadfa I, Aign W, Muskat E, Fritzsche D y Cremer HD. Equipo de Alimentación de la Universidad J. Liebig de Giessen (Alemania). La Gran Guía de la Composición de los Alimentos. Tercera Edición. Barcelona-España. 1994.
27. Labrador O, Sangronis E y Brito O. Determinación del Contenido de Colesterol de Algunos Alimentos de Amplio Consumo en Venezuela. Acta Científica Venezolana.1987; 38:262-265.
28. Pemberton CM, Gastineau CF, Anderson CF, Gildea JL, Moxness KE, James RC, Tighe SM y Vernet J. Mayo Clinic Diet Manual. A Handbook of Dietary Practices. Fatty Acid and Cholesterol content of foods. W.B. Saunders Company. West Washington Square. Philadelphia, P.A. 19105. Fifth Edition. 1981; 284-289.
29. INN. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos Venezolana para Uso Práctico. Publicación N° 49. Serie de Cuadernos Azules. Imprenta INN. Caracas-Venezuela, 1994.
30. INN y Fundación Cavendes. Necesidades de Energía y Nutrientes. Recomendaciones para la Población Venezolana. Ediciones Cavendes e Instituto Nacional de Nutrición. Publicación N° 48. Serie de Cuadernos Azules. Caracas-Venezuela. 1993.
31. González-Romero S, Oliveira-Fuster G y Soriguer-Escofet FJC. Tratamiento Dietético del Niño Obeso. En: La Obesidad. Monografía de la Sociedad Española de Endocrinología. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid-España. 1994; 177-211.
32. Olson RE. Prudent Lifestyle for Children: Dietary Fat and Cholesterol. American Academy of Pediatrics. Committee on Nutrition. Pediatrics. 1986; 78: 521-5.
33. Lauer RM y Clark WR. Statement on Cholesterol. American Academy of Pediatrics. Committee on Nutrition. Pediatrics. 1992; 90: 469-72.
34. Olson RE. The Dietary Recommendations of The American Academy of Pediatrics. Am J Clin Nutr. 1995; 61: 271-3.
35. Jenkins D. Carbohydrates in Human Nutrition. Am J Clin Nutr. 1994;59:679S-794S.
36. Jenkins D. The cholesterol-lowering properties of guar and pectin. Clin Sci Mol Med. 1976; 51(3): 8-9.
37. Judd P. Pectin and serum cholesterol levels (Letters). Am J Clin Nutr. 1981; 34(11): 2601-02.
38. Hegsted M y Kritchevsky D. Diet and serum lipid concentrations: where are we?. Am J Clin Nutr. 1997; 65:1893-6.
39. Man SOH. Water, Electrolyte, and Acid-base Balance. In: Shils, M. E. Modern Nutrition in Health and Disease. Copyright by Lea & Febiger. A Waverly Company. P.O. Box 3024. 200 Chester Field Parkway. Malvern, PA 19355-9725. U.S.A. Eighth Edition. 1994; 1: 112-143.
40. Angotti C y Levine M. Review of 5 years of a combined dietary and physical fitness intervention for control of serum cholesterol. J Am Dietetic Assoc. 1994; 94(6):634-637.
41. Blackburn G. Benefits of weight loss in the treatment of obesity. Am J Clin Nutr.1999; 69:347-9.
42. Bondini M. La Cocina del Colesterol. Edit. Venezolana C.A. Primera Edición. Mérida. 1995.
43. Lauer RM, Lee J y Clarke WR. Factors affecting the relationship between childhood and adult cholesterol levels: the Muscatine Study. Pediatrics. 1988; 82: 309-318.
44. Lauer RM y Clarke WR. Use of cholesterol measurements in childhood for the prediction of adult hypercholesterolemia: The Muscatine Study. J.A.M.A. 1990; 264(23): 3034-8.
45. Bray G y Popkin B. Dietary fat intake does affect obesity. Am J Clin Nutr.1998; 68:1157-73.
46. Mellies M J y Glueck CJ. Treatment of Pediatric Hyperlipidemia: Experience and Rationale. In: Atherosclerosis: A Pediatric Perspective. CRC Press. Florida. 1989; Chapter 16:233-256.
47. Francoise M, Cachera R y Brambilla P. Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold thickness: a new index validated in children by magnetic resonance imaging. Am J Clin Nutr. 1997;65:1709-13. 1997
48. López-Blanco M, Espinoza I y Macías-Tomei C. Maduración Temprana: Factor de riesgo de sobrepeso y obesidad durante la pubertad?. Arch Latinoam Nutr. 1999; 49(1):13-19.
49. Forbes G. A distinctive obesity:body composition provides the clue. Am J Clin Nutr. 1997; 65:1540-1.

50. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR y Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:308-17.
51. Mata-Meneses E, Landaeta-Jiménez M, Moya-Sifontes MZ, Bauce GJ y López-Blanco M. Areas muscular y grasa en niñas de 8 a 12 años. Estudio Longitudinal de Caracas. *An Venez Nutr.* 1997; 10(2):95-101.
52. Kendall A, Levitsky D, Strupp B y Lissner L. Weight loss on a low-fat diet: consequence of the imprecision of the control of food intake in humans. *Am J Clin Nutr.* 1991; 53:1124-9.
53. Bingham SA y Day NE. Using biochemical markers to assess the validity of prospective dietary assessment methods and the effect of energy adjustment. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65 (suppl):1130S-7S.
54. Domel SB. Self-reports of diet: how children remember what they have eaten. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65(suppl):1148S-52S.
55. Lichtenstein A, Kennedy E, Barrier P, Danford D, Ernst ND, Grundy SM, Leveille GA, Denville NJ, Van Horn L, Williams CL y Booth SL. Dietary Fat Consumption and Health. *Nutrition Reviews.* 1998;56(5):S3-S28.
56. Jacobs D, Anderson J y Hannen P. Variability in individual serum cholesterol response to change in diet. *Arteriosclerosis.* 1983;3:349-356.
57. Connor W. The decisive influence of diet on the progression and reversibility of coronary heart disease. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64:253-254.
58. Brown L, Rosner B, Willett W y Sacks FM. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:30-42.
59. Glassman M, Spars A y Berezin S. Treatment of type IIA hyperlipidemia in childhood by a simplified American Heart Association diet and fiber supplementation. *A.J.D.C.* 1990; 144: 973-976.
60. Jenkins D, Wolever T, Kalmusky J, Giudici S, Giordano C, Wong GS, Bird JN, Patten R, Hall M, Buckley G y Little A. Low glycemic index carbohydrate foods in the management of hyperlipidemia. *Am J Clin Nutr.* 1985; 42: 604-17.
61. Tonstad S y Sivertsen M. Dietary adherence in children with familial hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65:1018-26.
62. Van Horn LV, Stumbo P, Moag-Stahlberg A, Obarzanek E, Hartmuller VW, Farris RP, Kimm SY, Frederick M, Snetselaar L y Liu K. The Dietary Intervention Study in Children (DISC): Dietary assessment methods for 8 to 10 year-olds. *J Am Dietetic Assoc.* 1993; 93(12):1396-1403
63. DISC Collaborative Research Group. Cholesterol-lowering diet is effective and safe in children with elevated LDL-cholesterol: three year results of the dietary intervention study in children (DISC). *Circulation.* 1994; 90-8.
64. Brown RF, Franklin CC, Dac Ho B y Franklin FA. Dyslipidemia in Childhood. In: *Textbook of Pediatric Nutrition, Second Edition.* New York. 1993; Chapter 26: 295-308.
65. Kasim-Karakas S. Dietary fat controversy: is it also applicable to children?. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67:1106-7.
66. Knuiman JT, Hermus RJ y Haulvast JG. Serum total and high density lipoprotein (HDL) cholesterol concentration in rural and urban boys from 16 countries. *Atherosclerosis.* 1980;36: 529-537.
67. Kris-Etherton PM y Yu S. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65(suppl):1628S-44S.
68. Quivers ES, Driscoll DJ, Garvey CD, Harris AM, Harrison J, Huse DM, Murtaugh P y Weidman WH. Variability in response to a low-fat, low-cholesterol diet in children with elevated low-density lipoprotein cholesterol levels. *Pediatrics.* 1992; 89: 925-929.
69. Srinivasan SR, Webber LS y Berenson GS. Factors Influencing Serum Lipoprotein Levels in Children. In: *Atherosclerosis: A Pediatric Perspective.* CRC Press. Florida. 1989; Chapter 10:141-154.
70. Morrison J. Plasma Lipoprotein Changes During Development. In: *Atherosclerosis: A Pediatric Perspective.* CRC Press. Florida. 1989; Chapter 9:115-140.
71. Newman WP, Freedman DS y Voors AW. Serum lipoproteins and systolic blood pressure are related to atherosclerosis in early life: the Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med.* 1986; 314:138-143.

Recibido: 16-03-2000

Aceptado: 03-05-2001

## Relación entre el índice de masa corporal durante la gestación en embarazadas adolescentes y adultas, indicadores antropométricos de crecimiento fetal y retardo de crecimiento intrauterino. La Costa, Argentina, 1999

*Andrés Guillermo Bolzán, Luis Manuel Guimarey*

Hospital Materno infantil de San Clemente, Buenos Aires, Argentina- Hospital de Niños de La Plata "SSM Ludovica".  
Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

**RESUMEN.** El Índice de masa corporal (IMC) ha sido empleado como predictor del crecimiento fetal. Sin embargo, la mayoría de los estudios focalizan sobre valores de IMC de mujeres no gestantes, siendo que el IMC varía con la edad gestacional. Por otra parte, la adolescencia se ha caracterizado como factor de riesgo de retardo de crecimiento intrauterino (RCIU: peso para la edad gestacional < 10 percentilo). Los objetivos del estudio fueron: 1) identificar la distribución de indicadores de peso, talla e IMC en gestantes adolescentes y adultas y de sus respectivos neonatos, 2) evaluar la asociación entre el IMC materno y el crecimiento fetal y 3) evaluar el riesgo de RCIU de acuerdo al IMC materno en ambos grupos etáreos. Se estudiaron 2409 gestantes y sus neonatos. Se midieron la talla, el peso y se calculó el IMC según trimestres de gestación. El peso al nacer, longitud corporal, perímetro cefálico e IMC neonatal fué examinado. Tomando como punto de corte  $-1$  desvío estándar, se calcularon los valores del punto de corte cada 4 semanas de amenorrea y el score Z en el último control prenatal en cada paciente. Resultados: Hubo diferencias estadísticamente significativas en el tamaño y composición corporal entre adolescentes y adultas gestantes, así como en sus neonatos. Los RN cuyas madres tuvieron un IMC debajo de  $-1$  DS fueron más pequeños, siendo que el riesgo de RCIU, al ajustar por edad materna, fué el doble para aquellos RN cuyas madres tuvieran un IMC  $< -1$  DS. Conclusiones: Tanto el tamaño como la composición corporal varían entre los RN acorde a la ubicación del IMC materno, superior o inferior a  $-1$  DS y 2- El riesgo de RCIU es dos veces mayor en embarazadas con IMC por debajo de  $-1$  DS, independientemente se trate de adolescentes o adultas.

**Palabras clave:** Índice de masa corporal, retardo de crecimiento intrauterino, composición corporal, perinatología.

**SUMMARY.** Relationships between body mass index during pregnancy in adolescent and adult mothers, anthropometric indicators of fetal growth and intrauterine growth retardation. La Costa, Argentina. Body mass index (BMI) has been employed as an epidemiologic predictor of fetal growth. But most of the studies are focused on BMI values for non pregnancy women, while BMI varies according to gestational age. On the other hand, adolescence has been considered as a risk factor for intrauterine growth retardation (IUGR :birthweight for gestational age < 10<sup>th</sup>. centile). The aims of this study were: 1) to identify the distribution for weight, height and BMI in adolescent and adult pregnancies, 2) to measure the association between maternal BMI and fetal growth and 3) to evaluate the relative risk to have an intrauterine growth retardation (IUGR) according to maternal BMI. 2409 pregnancies and their newborns were studied. Maternal height and weight were measured and BMI by gestational age was calculated by trimesters of gestation. Birthweight, recumbent length, cephalic perimeter, BMI and weight by gestational age were determined in the newborns. Z score by gestational age were calculated in each pregnant woman taken into account the cut of point of BMI of  $-1$  standard deviation. There were highly statistically significant differences in both body size and body composition between adolescent and adult mothers and in their newborns. The newborns from mothers with BMI under  $-1$  standard deviation were smaller and the relative risk to have an IUGR was double for newborns whose mothers had BMI under  $-1$  standard deviation. Conclusions: 1- Both body size and composition values differs between newborns from mothers under or above the cut off point of  $-1$ SD of BMI and 2- The risk to have an IUGR was double in pregnancies under  $-1$  SD of BMI, independently to the age of the mother.

**Key words:** Body mass index, intrauterine growth retardation, body composition, perinatology

### INTRODUCCION

El índice de masa corporal (IMC)  $\text{-peso/estatura}^2$  - adecuado para evaluar la adiposidad tanto en niños como en

adultos (1,2), es uno de los más empleados para estimar la composición del organismo (3). Es utilizado también para predecir el crecimiento fetal ya que el IMC se correlaciona significativamente con el peso de nacimiento (4-9), el retardo

de crecimiento intrauterino (RCIU) (10-12), el bajo peso de nacimiento (4,5,13,14) la prematuridad (15-17) y el peso de la placenta (18).

Sin embargo, la mayoría de los trabajos proponen para la evaluación de mujeres embarazadas valores de IMC preconcepcionales (10,12,17,19). En este sentido el Instituto de Guías Médicas de los EEUU recomienda 19.8 de IMC como valor de punto de corte (20). Esto es próximo al 15<sup>th</sup> percentilo o -1 desvío estándar en mujeres adultas no embarazadas (1,21). Pero si consideramos que el IMC varía con la edad cronológica, al evaluarlo durante el embarazo debe tomarse en cuenta la edad gestacional para estimar el valor del punto de corte, el cual se modificará según las semanas de amenorrea de la paciente.

Por otra parte, el grupo materno adolescente (edad entre los 10 y 19 años) es considerado de riesgo obstétrico y perinatal, particularmente el retardo de crecimiento intrauterino. Ello es apoyado por estadísticas que muestran en las adolescentes mayores tasas de morbimortalidad perinatal que las mujeres adultas (22), aumentando el riesgo de bajo peso al nacer y de RCIU (23). Sin embargo, estudios controlados no parecen sugerir evidencias que aseguren una asociación entre adolescencia y la mayoría de las complicaciones perinatales y sí, en cambio, una dependencia entre estado nutricional, reflejado por indicadores antropométricos como el IMC y el riesgo aumentado de RCIU (24).

El objeto del presente trabajo es 1) Identificar la distribución de indicadores de peso, talla e IMC en gestantes adolescentes y adultas y los de sus respectivos neonatos, 2) evaluar si existen diferencias entre los indicadores antropométricos neonatales según el IMC materno y 3) evaluar el riesgo relativo de RCIU de acuerdo al IMC en ambos grupos maternos: adolescentes y adultas.

## MATERIAL Y METODOS

**Población:** Se estudiaron 2409 embarazadas (496 adolescentes: edad entre 12-19 años y 1913 adultas) y sus recién nacidos (RN) empleando los registros del Sistema Informático Perinatal del Municipio de La Costa - CLAP/OPS/OMS- (25) durante el período 01-01-1996 al 31-12-1999. Criterios de inclusión y exclusión: Se consideraron para el estudio aquellas pacientes que reunieran los siguientes requisitos: a) fecha de última menstruación confiable, b) datos antropométricos completos, y c) registros de Historia Clínica Perinatal con más del 89.9% de datos completos. Se excluyeron aquellas que presentaban patologías que pudieran comprometer el crecimiento fetal (eclampsia, diabetes, embarazo gemelar, malformación congénitas).

**Antropometría:** Se midieron: peso (kg) de la embarazada en el primer, segundo y tercer trimestres de gestación, así como la talla (cm) en la primera consulta (entre las 6 y 12 semanas de amenorrea). La antropometría fue realizada por obstétricas entrenadas según las Normas Nacionales (22). Se empleó un tallímetro con divisiones cada 0.5 cm. y balanza de báscula con subdivisiones cada 10 gramos. El cálculo del IMC materno se realizó mediante computación empleando el paquete Epi-Info del Centro de Control de Enfermedades de Atlanta, Estados Unidos (CDC/OPS/OMS versión 6.1). En los RN se midieron el peso de nacimiento (g), la longitud corporal (cm) y el perímetro cefálico (cm), calculando a posteriori el IMC. La antropometría neonatal fue realizada por médicos pediatras entrenados según Normas de la Sociedad Argentina de Pediatría (27). Se utilizó un tallímetro neonatal y una cinta neonatal inextensible con subdivisiones milimétricas, así como una balanza pediátrica con determinaciones cada 10 gramos.

## Análisis Estadístico

1. Se estimaron los estadísticos de tendencia central y dispersión de todas las medidas antropométricas para cada grupo materno: adolescentes y adultas así como en sus respectivos recién nacidos.
2. Se calculó la tasa de RCIU en ambos grupos maternos determinando como RCIU al neonato con peso para la edad gestacional por debajo del 10 percentilo según el estándar del Centro Latinoamericano de Perinatología (22).
3. Se estimó la distribución del IMC gestacional agrupando cada 4 semanas de amenorrea. Esta distribución se empleó para calcular el score z. Los datos antropométricos de los RN se clasificaron en dos grupos de acuerdo a que los IMC de las respectivas madres, durante la gestación, fueran:  $< Z_{IMC} \geq -1$  desvío estándar (DS), tomando el IMC materno de su último control prenatal. El score z del IMC gestacional fue definido según la fórmula:

$$Z_{IMC} = \frac{IMC_e - X_{IMC}}{DS_{IMC}}$$

donde: IMC e: Índice de masa corporal individual materno a la edad gestacional e

$X_{IMC}$ : media de Índice de masa corporal para ese intervalo de edad gestacional

$DS_{IMC}$ : desvío estándar de IMC

Se consideró factor de riesgo tener un  $Z_{IMC} < -1$  DS para el resultado adverso RCIU.

4. Fue estimada así mismo la posición relativa de los RN en la curva de peso de nacimiento para la edad gestacional en cada grupo según el estándar del Centro Latinoamericano de Perinatología (CLAP/OPS/OMS).
5. Se efectuó la comparación entre distribuciones antropométricas maternas y neonatales mediante análisis de varianza.
6. Para determinar el riesgo relativo (OR) de presentar un neonato con RCIU (peso para la edad gestacional <10<sup>o</sup> percentilo) de acuerdo al factor de riesgo  $Z_{IMC} < -1$  DS ajustando por grupo de edad materna (adolescente vs. adulta), se empleó el test estratificado de Mantel-Haenszel.
7. Se utilizaron los paquetes estadísticos del SIP 1.4 y Epi-Info (CDC/WHO) 6.01. Se consideraron para el análisis sólo los casos con datos completos, por lo que los n de las tablas pueden presentar ligeras diferencias.

## RESULTADOS

Se obtuvieron datos completos para el análisis en el 91.8% (N= 2212) al 99.7% (N= 2402) de la población, dependiendo del indicador.

Los indicadores ponderales durante la gestación difieren significativamente entre madres adolescentes y adultas, no así en la talla. Este mismo fenómeno se refleja en sus respectivos RN (Tabla 1). En cambio, la distribución del RCIU fué similar (Tabla 2), con leve diferencia porcentual a favor de las adolescentes, siendo la misma no estadísticamente significativa ( $X^2 = 0.35$  p:0.55). El IMC varió significativamente con la edad gestacional (Tabla 3). Tanto el tamaño (peso, longitud corporal y perímetro cefálico) como la composición corporal (IMC) neonatales difieren significativamente al clasificar por el punto de corte  $-1$  DS del  $Z_{IMC}$ . (Tabla 4). Ambas poblaciones de RN también difieren significativamente con respecto a su posición relativa en la curva de peso de nacimiento para la edad gestacional. En tanto el promedio de peso/edad gestacional en los hijos de madres con  $Z_{IMC} > -1$  DS coincide con el promedio de la curva standard, en los nacidos de madres con  $Z_{IMC} < -1$  DS lo hace con el percentilo 43 de la misma.

**TABLA 1**  
Distribución de indicadores antropométricos maternos durante la gestación y de sus respectivos neonatos clasificados según grupo de edad: adolescentes (<=19 años) y adultas. La Costa, Argentina 1999

MATERNOS					
Indicador	Adolescentes (N=494)		Adultas (N= 1908)		F
	Media	desvío estándar	Media	desvío estándar	
Peso kg. 1er. trimestre	55.4	8.1	61.1	11.6	95.1 p: 0.000
Peso kg. 2do. trimestre	55.7	18.5	61.8	19.9	35.4 p: 0.000
Peso kg. 3er. trimestre	62.9	21.0	68.4	21.4	24.9 p: 0.1E <sup>-5</sup>
Talla cm.	159.5	67.2	159.6	69.1	0.03 p: 0.86
IMC 1er. trimestre	21.8	2.9	23.9	4.5	89.9 p: 0.0000
IMC 2do. trimestre	22.4	6.1	24.9	6.8	45.6 p: 0.0000
IMC 3er. trimestre	25.4	6.9	27.6	7.2	31.2 p: 0.0000
NEONATALES					
Indicador	Adolescentes (N=494)		Adultas (N= 1908)		F
	Media	desvío estándar	Media	desvío estándar	
Peso al nacer g.	3166.8	510.8	3283.4	532.7	19.1 p: 1E <sup>-4</sup>
Longitud corporal cm.	49.6	2.7	50.4	2.6	7.9 p: 0.004
Índice de masa corporal	12.9	1.5	13.2	1.9	11.2 p: 8E <sup>-3</sup>
Perímetro cefálico cm.	34.0	1.8	34.4	1.6	17.3 p: 3E <sup>-5</sup>

IMC: índice de masa corporal, N: número de casos

**TABLA 2**  
Distribución del retardo de crecimiento intrauterino en madres adolescentes y adultas. La Costa, Argentina 1999

Grupo Materno	Con RCIU	Sin RCIU	Total
Adolescentes	6 (12.3%)	435 (87.7%)	496 (100.0%)
Adultas	202 (10.6%)	1711 (89.4%)	1913 (100.0%)
Total	263	2146	2409

**TABLA 3**  
Índice de masa corporal según edad gestacional. La Costa, Argentina 1999

Semanas de amenorrea	Casos	Media	Desvío estándar
≤ 16	459	23.6	4.50
>16 ≤ 20	1481	24.7	4.52
>20 ≤ 24	1937	25.6	4.68
>24 ≤ 28	1983	26.3	4.28
>28 ≤ 32	2024	26.9	4.77
>32 ≤ 36	2062	27.8	4.84
≥ 37	2309	28.3	4.90

F= 163.1 p:0.0000

TABLA 4  
Indicadores antropométricos neonatales según distribución del índice de masa corporal materno, menor o mayor a menos un desvío estándar ajustado por edad gestacional

Indicador Neonatal	Índice de masa corporal materno <sup>a</sup>		F
	< - 1 SD	>= - 1 SD	
Peso al nacer g.	3037.4 ± 462.4 (331)	3324.3 ± 509.3 (1653)	90.1 p:0.000
Longitud corporal cm.	49.4 ± 2.6 (321)	50.1 ± 2.6 (1601)	37.6 p: 0.000
Perímetro cefálico cm.	33.7 ± 1.5 ( 321)	34.4 ± 1.6 (1592)	48.5 p: 0.000
50 centil de peso para la edad gestacional	35.7 ± 23.9 (328)	51.3 ± 26.9 (1640)	94.3 p: 0.000
Índice de masa corporal	12.6 ± 1.3 (321)	13.2 ± 1.9 (1601)	34.1 p:0.000

a. tomado en el último control prenatal (32-40 semanas)  
SD : desvío estándar

El análisis estratificado mostró que una gestante adolescente o adulta cuyo valor de IMC estuviera por debajo de -1SD de la distribución - estimado en el último control prenatal - tenía un riesgo aumentado dos veces de presentar un neonato con RCIU (Tabla 5).

TABLA 5

Relación entre el índice de masa corporal materno y el retardo de crecimiento intrauterino ajustado por grupo de edad (adolescente y adulta). La Costa, Argentina 1999

Índice de masa corporal materno	Retardo de crecimiento intrauterino		O.R. (IC 95%) crudo	OR (IC 95%) ajustado <sup>a</sup>
	SI	NO		
< - 1 Desvío estándar	98	458	2.41 (1.82 - 3.22)	2.41 (1.82 - 3.21)
≥ -1 Desvío estándar	135	1521		

a. Mantel-Haenszel ajustado por edad materna

## DISCUSION

La utilidad de la antropometría para predecir el resultado del embarazo está ampliamente aceptada. De hecho varios estudios han puesto en evidencia que el IMC preconcepcional está significativamente relacionado con el crecimiento del feto (4,12,13). Los resultados muestran que si bien existen diferencias de tamaño y composición corporal entre adolescentes y adultas gestantes durante todo el embarazo, éstas no se asocian con el RCIU. Sin embargo, el resultado final del crecimiento fetal, esto es, el expresado por el RN, difiere significativamente entre productos de embarazos en adolescentes y en adultas. Este hallazgo está relacionado con el hecho de que la adolescente aún no ha completado su propia curva de crecimiento en términos poblacionales, exceptuando

quizás las gestantes cercanas a los 19 años de edad. No obstante, la tasa de RCIU fué muy similar a la de las adultas, estando así relacionado el tamaño y composición corporal fetal con la composición corporal materna identificada mediante el IMC.

El IMC es recomendado por la OMS como un indicador básico para evaluar el estado nutricional (28). La correlación entre IMC y el crecimiento fetal ha sido hallado en estudios de poblaciones Europeas, de Norteamérica y de Latinoamérica. (15,17,29,30). Biológicamente el IMC ha sido considerado como una expresión, en términos generales, del crecimiento del producto y los ajustes fisiológicos que experimenta la madre tales como la expansión del volumen sanguíneo, retención de líquidos y acumulación de tejido graso (7,31). Está además asociado positivamente con la presión diastólica materna (32).

Desde el punto de vista bioestadístico el empleo del IMC se fundamenta en la premisa de que cuando el peso está ajustado según la talla al cuadrado, el índice resultante y la talla no se correlacionan (33). Dicha condición no se cumple con otros índices tales como la relación simple entre el peso y la talla, y la relación del peso y la talla al cubo.

El valor del punto de corte, sea cual sea el que se utilice, varía rápidamente al progresar la gestación. (34,35). Por ello, el cálculo según intervalos en semanas de amenorrea puede ser un método válido para estudios pronósticos. El que aquí se presenta muestra una relación entre tamaño fetal alcanzado al nacer y valor del punto de corte materno del IMC por debajo de un desvío estándar, - estimado durante la última consulta prenatal, en nuestra población, entre las 32 y 40 semanas - el que se asocia con el RCIU, independientemente del grupo de edad materno.

Aunque trabajos de metanálisis han mostrado la relativa independencia de la edad materna y el RCIU, nuestra contribución es mostrar cómo se modifican los valores del IMC de acuerdo a la edad gestacional y por ende el del punto

de corte (24,35). En una futura investigación, estos valores podrían considerarse para estimar el riesgo relativo de RCIU desde las 16 semanas hasta el término del embarazo y no sólo en el último control. El problema de el uso del IMC durante la adolescencia ha sido enfatizado por Fujimori et al (8), con un enfoque crítica del empleo de la antropometría durante la gestación para evaluar estado nutricional. Nuestros resultados avalan la tesis de que los valores del IMC de la adolescente gestante son diferentes en forma estadísticamente significativa a los de las adultas y probablemente habría necesidad de construir curvas por edad gestacional y grupo de edad incluso dentro de la misma faja adolescente. Herman et al (37) hallaron que el incremento del IMC durante el embarazo en adolescentes se convierte en un predictor de obesidad ulterior. Por otra parte, Lao et al. han encontrado que aunque no hay diferencias en la distribución de la talla materna entre adolescentes y adultas, el IMC se modifica sustancialmente, resultando en menor peso al nacer en los neonatos de las primeras (36), hallazgos similares a los nuestros. Clausson et al mostraron que la talla materna se asocia con el RCIU a cualquier edad gestacional, así como el IMC preconcepcional (38). Sin embargo, ambas mediciones son informativas de tamaño corporal previo a la gestación, y es patente, como hemos demostrado, que se producen cambios significativos durante el embarazo, pudiendo modificarse nutricionalmente el IMC - predictor de peso al nacer - y por ende el del producto. Abrams y Selvin estimaron la influencia del incremento del peso y del IMC durante el embarazo por trimestres, hallando el mayor valor predictivo sobre el peso al nacer al correspondiente al segundo trimestre. Aunque el criterio adoptado en el presente estudio fué elegir el último control prenatal, esto es, el tercer trimestre, con el cálculo del IMC a distintas edades gestacionales efectuado, podría testarse en un futuro estudio dicha hipótesis para nuestra población.

Aunque las normas perinatales de uso habitual siguen considerando el embarazo en las adolescentes como de riesgo obstétrico (22), hay mayor evidencia en que en este grupo de edad es el embarazo no planificado y no deseado más frecuente que en las mujeres adultas, lo que condiciona la menor cantidad de controles prenatales (23), llevando finalmente como resultado a una mayor tasa de morbimortalidad perinatal.

Las limitaciones del presente estudio tienen que ver con el diseño exclusivamente focalizado en crecimiento y composición corporal estimados mediante indicadores antropométricos, debiendo explorarse en un futuro otros factores que influyen la composición corporal durante el embarazo, como por ejemplo: paridad, cuidado antenatal, hábito de fumar, nivel educacional familiar, antecedentes de neonatos de bajo peso, parto prematuro anterior etc. (6,23,36).

Con todo, la estimación antropométrica durante la gestación conforma una regla básica - así como lo es la determinación de la tensión arterial- en el cuidado antenatal, debiendo destacarse el valor que conlleva su correcta vigilancia en la prevención del RCIU. Por otra parte, está comprobado que un IMC con valores normales durante la gestación y ganancia ideal de peso se asocian con menores complicaciones perinatales y adecuado peso del RN (37,38).

Los métodos simples para definir estado nutricional presentan siempre limitaciones pero tienen el valor de poder adecuarse a casi cualquier medio en términos de infraestructura sanitaria y entrenamiento del personal de salud. En efecto, es deseable tomar en consideración varios indicadores de estado nutricional conjuntamente.

Finalmente, siendo que no hemos hallado un estándar de IMC por semanas de amenorrea para poblaciones sanas de Latinoamérica, el presente estudio puede ser una contribución para su conocimiento en la Región.

En conclusión, los datos obtenidos en el presente trabajo muestran que en la población estudiada 1) el valor a considerar como el punto de corte del IMC en mujeres embarazadas varía con la edad de la gestación; 2) tanto el tamaño corporal como el tamaño relativo para la edad gestacional de los RN es significativamente diferente según que sus madres presenten un valor del IMC mayor o menor que  $-1$  DS a determinada edad gestacional y 3) el riesgo relativo de tener un RN con RCIU es dos veces mayor en embarazadas con IMC por debajo de  $-1$  DS independientemente si se trate de adolescentes o adultas.

## REFERENCIAS

1. Rolland Cachera M, Cole T, Sempe J, Tichet C, Rossignol C. & A Charraud A. Body mass index variations: centiles from birth to 87 years. Eur J Clin Nutr. 1991;45:13-21.
2. Zanolli R & G Morgese. Distribution of BMI in children: prevalence of wasting and fattening conditions. Ann Hum Biol 1996;23:63-69.
3. Stephen D, Khoury P & J Morrison. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. Pediatrics 1997;6: 804-807.
4. Abrams B & S Selvin. Maternal weight gain pattern and birth weight. Obstet Gynecol 1995;86:163-169.
5. Neegers Y, Goldenberg R & S Cliver. The relationship between maternal and neonatal anthropometric measurements in term newborns. Obstet Gynecol 1995;85:192-196.
6. Karim E & C Mascie-Taylor. The association between birthweight, socio-demographic variables and maternal anthropometry in an urban sample from Daka, Bangladesh. Ann Hum Biol 1997;24:387-401.
7. Lantz M, Chez & A Rodriguez A. Maternal weight gain pattern of maternal weight gain during pregnancy. Obstet Gynecol 1995;86: 170-176.

8. Fujimori E, De Olivera Y & L De Cassana . Estado nutricional de gestantes adolescentes en Sao Paulo, Brasil. Arch Latinoamer Nutr 1997;47: 305-310.
9. Bortman M. Factores de riesgo de bajo peso al nacer. Rev Panam Salud Publica 1998;195:314-321.
10. Allen L, Lung Aho M & M Shaheen . Maternal body mass index and pregnancy outcome in the Nutrition Collaborative Research Support Program. Eur J Clin Nutr 1994;48:68-76.
11. Caufield L, Witter F & R Soltzfus. Determinants of gestational weight gain outside the recommended range among black and white women. Obstet Gynecol 1996;87:760-766.
12. Ogunyemi D, Hullet, S, Leeper J & A Risk . Prepregnancy body mass index, weight gain during pregnancy and perinatal outcomes in a rural black population. J Matern Fetal Med 1998;7:190-193.
13. Godfrey K, Robinson S & D Barker. Maternal nutrition in early and late pregnancy in relation to placental and fetal growth. British Med J 1996;17:410-414.
14. School T, Hediger M & J Schall et al. Gestational weight gain, pregnancy outcome and postpartum weight retention. Obstet Gynecol 1995;86:423-427.
15. Kramer M, Coates A & M Michoud . Maternal anthropometry and idiopathic preterm labor. Obstet Gynecol 1995;86:744-748.
16. Hickey C, Cklover S & S McNeal. Prenatal weight gain patterns and spontaneous preterm birth among nonobese black and white women. Obstet Gynecol 1995;85:909-914.
17. Mercer B, Goldenberg R & A Das A . The preterm prediction study: a clinical risk assessment system. Am J Obstet Gynecol 1996;176:1885-1893.
18. Perry Y, Beevers D & P Winicup. Predictors of ratio of placental weight to fetal weight in multiethnic community. British Med J 1995;310:436-139.
19. Zhou W & J Olsen. Gestational weight gain as a predictor of birth and placental weight according to prepregnancy body mass index. Acta Obstet Gynecol Scand 1997;4:300-307.
20. Siega Ruiz A, Adair L & C Hoebel . Institute of Medicine maternal weight gain recommendations and pregnancy outcome in a predominantly Hispanic population. Obstet Gynecol 1994;84:565-573.
21. Frisancho A. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor, The University of Michigan Press. 1990.
22. República Argentina. Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación. Propuesta Normativa Perinatal. Tomo II. Atención de las patologías perinatales prevalentes. Buenos Aires, 1996.
23. National Center for Health Statistics. Update on Risk factors for infant mortality. Vol 46, n° 12. Suppl. Infant mortality statistics from the 1996 period linked birt/infant death data set. 1998.
24. Kramer M. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. Bulletin of the WHO 1987;65:663-637.
25. Diaz A, Schwarcz R & J Diaz Rosello. Sistema Informático Perinatal. Cetnro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano. Publicación científica n° 1203. Montevideo, Uruguay, 1990.
26. República Argentina. Dirección Nacional de Maternidad e Infancia. Manual metodológico de capacitación del equipo de salud en crecimiento y nutrición de la madre y el niño. Buenos Aires, 1994.
27. Sociedad Argentina de Pediatría. Normas de diagnóstico y tratamiento. Crecimiento y Desarrollo. Buenos Aires, 1986.
28. World Health Organization. Physical status. The use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series number 854, Geneva 1995.
29. Hickey C, Cliver S, McNeal S & R Goldenberg Low pregravid body mass index as a risk factor for preterm birth: variation by ethnic group. Obstet Gynecol 1997;89:206-212.
30. Bolzán A, Guimarey L & M Norry. Height, weight and body mass index differences between adolescent and adult mothers during pregnancy and fetal growth. Acta Med Auxol 1999;31: 9-13.
31. Rosso P. Maternal anthropometry in prenatal care: a new maternal weight gain chart. Human Resources Division. The World Bank 1991. LATHR n°21.
32. Laor A, Stevenson D, Shemer J, Galer R & D Seidman. Size at birth, maternal nutritional status in pregnancy and blood preasure at age 17, population based analysis. BMJ 1997;315:449-453.
33. Cole T. Weight/height p compared to weight/height 2 for assessing adiposity in childhood: influence of age and bone age on p during puberty. Ann Hum Biol 1986;13:433-451.
34. Wolfe H, Zador I, Gross T, Martier S & R Sokol. The clinical utility of body mass index in pregnancies. Am J Obstet Gynecol 1991;164:1306-1310.
35. Rookus M, Rokebrand P, Borema J & P Deurenberg . The effect of prepregnancy on the body mass index 9 months postpartum in 49 women. Int J Obes 1987;6:609-619.
36. Lao T & L Holf. Obstetric outcome of teenage pregnancies. Hum Reprod 1998;13:3228-3232.
37. Herman A & K Yu . Adolescent age at first pregnancy and subsequent obesity. Paediatr Perinat Epidemiol 11:Suppl 1997;1:130-141.
38. Clausson B, Cnattingius S & O Axelsson. Preterm and term births of small for gestational age infants: a population-based study of risk factors among nulliparous women. Br J Obstet Gynaecol 1998;105:1011-1017.
39. Rolland Cachera M. Body composition during adolescence: methods, limitations and determinants. Horm Res 1993;39:25-40.

Recibido: 10-07-2000

Aceptado: 18-05-2001

## Macronutrientes, fibra, ácidos grasos y minerales en almuerzos servidos en un comedor universitario

*Gisell C. Alfonzo G., Anna María Cioccia R. y Patricio Hevia*

Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela, Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela

**RESUMEN.** Se estudiaron 6 menús de almuerzo ofrecidos por una Universidad en Caracas que incluían sopa, plato principal, pan, jugo y postre. Los resultados mostraron que cada uno de estos menús estaba integrado por unos 15 a 20 alimentos diferentes y que en promedio, de acuerdo al análisis químico de un homogenato de su parte comestible, satisfacía un 37% de los requerimientos calóricos, 57% de los requerimientos proteicos y entre la mitad y un tercio de los requerimientos de hierro de los estudiantes usuarios del comedor. Estos menús, además aportaban una cantidad importante de fibra dietaria y tenían una distribución de las calorías totales como carbohidratos, grasa y proteínas (promedio de los seis menús estudiados) de 63%, 16% y 21%. Esto indica que su principal componente energético fueron los carbohidratos y que de acuerdo con los hábitos alimenticios de la población venezolana, el aporte calórico de las grasas fue bajo. El análisis de los ácidos grasos presentes en dos de los seis menús, mostró una proporción entre los saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de aproximadamente 2:1:1. Sin embargo, a pesar de esta predominancia de los ácidos grasos saturados, el bajo contenido graso de los menús estudiados, hizo que en promedio, el aporte de los ácidos grasos saturados a las calorías totales aportadas, no fuera mayor al 10%. Adicionalmente, se estableció que los menús estudiados aportaban más sodio que potasio y se estimó que en promedio, en una sola comida, aportaban casi la totalidad de la sal que se recomienda consumir diariamente.

En líneas generales, los resultados obtenidos señalan que los almuerzos servidos en el comedor universitario, aportan una proporción importante de los requerimientos nutricionales diarios de los usuarios y satisfacen los lineamientos para una alimentación saludable. Sin embargo, podrían mejorar usando grasas más insaturadas y reduciendo la sal agregada. Asimismo, estos resultados ilustran las ventajas de la comida tradicional venezolana ya que el menú que incluyó su plato nacional, el Pabellón Criollo, fue el que tuvo el menor contenido graso y de sodio de todos los menús estudiados.

**Palabras clave:** Menús institucionales, macronutrientes, fibra, hierro, sodio, potasio, calorías grasas, ácidos grasos.

**SUMMARY. Macronutrients, fiber, fatty acids and minerals in meals served in a university dining room.** We studied the nutritional quality of six lunch menus offered in a university's dining room located in Caracas City. Each of these menus included soup, main dish, salad, bread and dessert. The results showed that each lunch offered 15 to 20 different kinds of foods. Comparing the results of the chemical analysis of the edible part of these lunch menus with the requirements of the students users of the university dining room, indicated that on the average, they offered 37% and 57% of the energy and protein requirements, 30% to 50% of the iron requirements and a substantial amount of dietary fiber. Their fat concentration, according to the dietary habits of the Venezuelan population, was low and ranged from 15% to 25% of the total calories. The analysis of the fatty acids present in two of the six studied menus, showed that the proportion of saturated: monoinsaturated: polyinsaturated was approximately 2:1:1. Despite the predominance of the saturated, the proportion of the total calories present in these lunch menus, provided by these fatty acids, was on the average less than 10%. In addition, these meals offered more sodium than potassium and the calculated amount of sodium chloride they provided, was close to the total amount recommended to be consumed in a day.

In general, the results of this study, showed that the lunch offered by this university dining room can fulfill an important proportion of the students' nutritional requirements, providing at the same time a meal adjusted to modern nutritional guidelines for good health. The results also emphasize the advantages of the traditional Venezuelan food, since the Venezuelan national plate, had the least amount of fat and salt of all the menus here analyzed.

**Key words:** Institutional meals, macronutrients, fiber, iron, sodium, potassium, fat calories, fatty acids.

## INTRODUCCION

Los servicios de alimentación en instituciones, tienen como objetivo entregar alimentación permanente a un grupo determinado de personas. Los establecimientos educacionales, son las principales instituciones que requieren contar con estos servicios, ya que en estas se concentra gran parte del potencial humano joven de un país, al que se le debe cubrir sus necesidades energéticas y nutricionales y además, evitarles el riesgo de que sufran cierto tipo de patologías vinculadas con la alimentación (1).

Para diseñar los menús que se ofrecen a nivel institucional se utilizan las Tablas de Composición de Alimentos, las cuales proporcionan información sobre el contenido de nutrientes de los diferentes alimentos que conforman los menús. Sin embargo esta información no es precisa, debido a que las variaciones en la composición de los alimentos son grandes y dependen de factores genéticos, agronómicos, climáticos, de maduración, etc. (2). Además, en estas tablas el contenido de nutrientes se refiere en general a alimentos crudos y no cocidos, que es como en su mayoría se consumen (3), por lo que no consideran las pérdidas que pueden ocurrir durante su preparación.

Existen trabajos que reportan diferencias (4,5) entre los valores analizados y los calculados utilizando las Tablas de Composición de Alimentos, por lo que algunos investigadores (6-8) sugieren que el método más preciso para determinar el valor nutritivo de un alimento, o de mezclas de alimentos como es el caso de comidas completas, es el análisis químico de laboratorio. Por otra parte, considerando que no existe mucha información en cuanto al aporte de nutrientes que proporciona un almuerzo completo que incluya: sopa, carne de cualquier tipo con acompañamiento, ensalada, frutas, pan y bebida, el objetivo de este trabajo fue estudiar el aporte calórico, de macronutrientes y de algunos micronutrientes de menús ofrecidos en un comedor institucional y compararlos con los requerimientos nutricionales de sus usuarios.

El comedor seleccionado fue uno de los comedores de estudiantes de la Universidad Simón Bolívar. Este comedor ofrece en promedio unos 1500 almuerzos diarios y sus principales usuarios son los estudiantes de pregrado de esa universidad pertenecientes a un nivel socioeconómico medio. Este comedor está supervisado por un equipo de nutricionistas, en el se ofrecen preparaciones que tradicionalmente se consumen en Venezuela y que han demostrado tener una buena aceptación entre los estudiantes.

En este estudio, se hizo énfasis en el contenido de macronutrientes y en particular la grasa presente en estas comidas con el fin de establecer si su aporte lipídico así como el tipo de grasa ofrecido se ajustan a los lineamientos que existen para una nutrición saludable (9,10). Con este mismo

fin se estudió el aporte de sodio y potasio y finalmente, debido a que la deficiencia de hierro es uno de los problemas nutricionales más importantes en el mundo, se estableció también su concentración en estas comidas.

La publicación de esta información en una revista latinoamericana tiene como objetivo el difundir algunas de las comidas que se consumen en Venezuela en comedores institucionales así como su valor nutricional. Esto puede servir como un insumo para conocer las costumbres alimenticias de la región y como los diferentes países satisfacen sus necesidades nutricionales.

Es importante indicar que ya otros países de la región se han preocupado por estudiar los hábitos alimentarios y la ingesta de nutrientes en establecimientos universitarios (7,11).

## MATERIALES Y METODOS

**Menús:** Se estudiaron seis menús de amplia aceptación y bajo costo de producción cuya composición se muestran en la Tabla 1, los cuales fueron ofrecidos durante el servicio de almuerzo en el comedor de la Universidad Simón Bolívar. Se recolectaron cinco bandejas en cuatro fechas diferentes de muestreo, esto hizo un total de 20 bandejas por cada menú y un total de 120 bandejas a analizar. Las bandejas se escogieron en forma aleatoria directamente de la línea de servicio del comedor cada 45 minutos, durante el lapso en que el comedor presta sus servicios de almuerzo (11:00 a.m. a 2:00 p.m.).

**Requerimientos nutricionales de los usuarios del comedor:** El comedor en que se realizó el muestreo fue uno de los comedores estudiantiles de una universidad pública, localizada en Caracas: Universidad Simón Bolívar. De acuerdo a la información disponible (12) los estudiantes de pregrado de esta universidad y potenciales usuarios del comedor estudiantil son jóvenes de ambos sexos, de clase media, con una edad promedio de 20 años, con una proporción entre hombres y mujeres de 2:1. El peso promedio de las mujeres y los hombres es de 56.6 y 69.0 kg respectivamente y su talla de 162.3 y 175.4cm respectivamente. Poco más del 90% de estos jóvenes tiene una actividad física considerada leve. Con esta información, el requerimiento calórico ponderado para esta población se calculó en 2421 Kcal/día (12). De acuerdo con las Guías de Alimentación para Venezuela (13) las proteínas deben representar un 10% de las calorías totales, por lo que el requerimiento proteico de estos jóvenes se estimó en 60.5g/día. El requerimiento de hierro de estos jóvenes, se fijó en 10mg/día para los hombres y 15mg/día para las mujeres (14).

TABLA 1  
Alimentos presentes en los menús analizados y peso total de la parte comestible

Nombre del menú	Alimentos presentes	Parte comestible (g)
Pabellón	Sopa: Leguminosas (arvejas <sup>1</sup> , lentejas <sup>2</sup> o caraotas <sup>3</sup> , ocumo <sup>4</sup> ). Plato principal: Carne desmechada, arroz blanco <sup>5</sup> , tajadas <sup>6</sup> , Pan. Jugo: Cóctel de Frutas. Postre: Mango <sup>7</sup>	813,96 ± 46,85
Pollo horneado	Sopa: Crema de auyama <sup>8</sup> . Plato principal: Pollo horneado, pasta con salsa de tomate <sup>9</sup> . Ensalada: Pepinos <sup>10</sup> , tomates <sup>9</sup> , cebollas <sup>11</sup> , zanahorias <sup>12</sup> . Pan. Jugo: Guayaba <sup>13</sup> . Postre: Cambur <sup>14</sup> .	846,17 ± 35,20
Espaguetada	Sopa: Caldo de carne con verduras y tubérculos (ocumo <sup>4</sup> , repollo <sup>15</sup> , apio <sup>16</sup> , yuca <sup>17</sup> , papa <sup>18</sup> , batata <sup>19</sup> ). Plato principal: Espagueti con carne y queso blanco. Ensalada: Zanahoria <sup>12</sup> , remolachas <sup>20</sup> y lechugas <sup>21</sup> . Pan. Jugo: Tamarindo <sup>22</sup> . Postre: Naranja <sup>23</sup> .	978,48 ± 43,76
Pasticho de berenjena	Sopa: Caldo de pollo con verduras y tubérculos. Plato principal: Pasticho de berenjenas <sup>24</sup> , arroz blanco <sup>5</sup> . Ensalada: Pepino <sup>10</sup> , tomate <sup>9</sup> , cebolla <sup>11</sup> . Pan. Jugo: Cóctel de frutas. Postre: Patilla <sup>25</sup> .	880,23 ± 41,61
Chuleta ahumada	Sopa: Vegetales (Auyama <sup>8</sup> , papa <sup>18</sup> , batata <sup>19</sup> , zanahoria <sup>12</sup> , ocumo <sup>4</sup> , calabacín <sup>26</sup> ). Plato principal: Chuleta ahumada, arroz guisado <sup>5</sup> . Ensalada: Tomate <sup>9</sup> , calabacín <sup>26</sup> , vainitas <sup>27</sup> , lechuga <sup>21</sup> . Pan. Jugo: Cóctel de frutas. Postre: Frutas mixtas (piña <sup>28</sup> , lechoza <sup>29</sup> , patilla <sup>25</sup> , mango <sup>7</sup> ).	875,83 ± 38,02
Hamburguesa	Sopa: Caldo de pollo con verduras y tubérculos. Plato principal: Hamburguesa, arroz blanco <sup>5</sup> . Ensalada: Repollo <sup>15</sup> , zanahoria <sup>12</sup> y vainitas <sup>27</sup> . Pan. Jugo: Parchita <sup>30</sup> . Postre: Mandarina <sup>31</sup> .	901,17 ± 20,17

Los valores representan el promedio de peso y la desviación estándar de las 20 bandejas analizadas para cada menú (5 bandejas para cada una de las 4 fechas de muestreo). 1) *Pisum sativum* L. 2) *Lens esculenta*. 3) *Phaseolus vulgaris*. 4) Tubérculo: *Xanthosoma saguitifolium*. 5) *Oryza sativa*. 6) Rebanadas de plátano (*Musa paradisiaca*) frito. 7) *Mangifera indica*. 8) *Curcubita máxima*. 9) *Lycopersicon esculentum*. 10) *Cucumis sativus*. 11) *Allium cepa*. 12) *Daucus carota*. 13) *Psidium guajava*. 14) *Musa sapientum*. 15) *Brassica ssp.* 16) Tuberculo: *Arracacia xanthorrhiza*. 17) Raíz: *Manihot esculenta*. 18) *Solanum tuberosum*. 19) *Ipomea batatas*. 20) *Beta vulgaris*. 21) *Lactuca sativa*. 22) *Tamarindus indica*. 23) *Citrus sinensis*. 24) *Solanum melongena*. 25) *Citrullus vulgaris*. 26) *Curcubita pepo*. 27) *Phaseolus sp.* 28) *Ananas comosus*. 29) *Carica papaya*. 30) *Passiflora ligularis*. 31) *Citrus nobilis*.

**Preparación de los alimentos:** La parte comestible de cada bandeja se pesó y homogeneizó en una licuadora y se le añadió EDTA 0,5% (como antioxidante) para preservar las grasas. De cada homogeneizado se tomaron alícuotas adecuadas por triplicado para las diferentes determinaciones.

**Análisis aproximado:**

- *Humedad y Cenizas* según el método descrito por A.O.A.C. (15).
- *Grasas Totales* por el método Bligh and Dyer (16).
- *Proteínas Totales* utilizando el método colorimétrico de

Hevia y Cioccia (17).

- *Fibra Dietética Total* utilizando el Kit TDFAB-1 de Sigma Chemical Company, el cual es una modificación del método de Prosky. (18).
- *Carbohidratos* se calculó por diferencia, restando de 100 la sumatoria de la humedad, grasa, proteínas, ceniza y fibra dietética.

**Ácidos Grasos:** Para la cuantificación de los ácidos grasos en dos de los menús estudiados (Pabellón y Espaguetada), se metilaron los lípidos extraídos por el método de Bligh y

Dyer (16) usando la técnica de Johnston (19).

Como patrón se utilizó una mezcla de ácidos grasos que contenía esteres de C6:0, C8:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C20:0, C18:1, C18:2, C18:3.

El análisis cromatográfico se realizó en un cromatógrafo de gases con un detector de ionización (Hewlett-Packard modelo 5830-A), equipado con un integrador electrónico, se usó una columna de vidrio rellena de Etilenglicol Succinato y Cromo Sorb Waw. La separación de los ácidos grasos metilados se hizo en condiciones isotérmicas, usando nitrógeno como gas de arrastre.

**Minerales: Hierro:** se determinó el contenido de hierro utilizando la técnica de absorción atómica en un equipo Perkin Elmer 2380.

**Sodio y Potasio:** se determinaron por emisión en el mismo equipo de absorción atómica.

Para la determinación de estos tres minerales se siguieron las recomendaciones descritas en el manual del equipo utilizado (Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometer, 1987. Perkin Elmer. Standar Conditions for Na, K and Fe).

**Contenido energético:** Se calculó el aporte energético de los menús en base a los valores energéticos fisiológicos convencionales de 4Kcal/g para proteínas y carbohidratos y de 9 Kcal/g para las grasas (14).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Alimentos presentes en los menús y peso de la parte comestible

Los diferentes alimentos que conforman cada uno de los seis menús y el peso promedio del total de la parte comestible de los alimentos ofrecidos en cada uno de ellos se muestran en la Tabla 1. Aquí se observa que estos menús son completos y bien diseñados, ya que incluyen una ración de sopa (de vegetales, tubérculos o de leguminosa), un plato principal con carne (carne mechada, pollo, chuleta ahumada o hamburguesa) y acompañamientos (generalmente arroz, pasta y plátano), una ensalada con mezclas vegetales (zanahorias, pepinos, tomates, remolacha, lechuga, vainitas, calabacín, repollo) una fruta (mango, cambur o patilla), pan y un vaso de jugo de frutas (guayaba, tamarindo, parchita o cóctel de frutas). Contando, los alimentos visibles más otros necesarios para su preparación (aceite, cebolla ajo, tomate, hierbas, especias), cada uno de estos menús ofrece unos 20 tipos de alimentos diferentes.

La variada mezcla de ingredientes que incluyen estos menús, es una muestra de la influencia de la cocina venezolana tradicional como también otras influencias. Dentro de la influencia tradicional está el uso de una variedad de raíces y

tubérculos, típicos de zonas tropicales, en la sopa como son la yuca, el ñame, el ocumo, el apio y otros de uso más universal como la papa. Estas influencias se ven también en los platos principales, de ellos, el pabellón es un plato típicamente venezolano que a diferencia de otros platos típicos que se consumen sólo en ciertas zonas del país o exclusivamente en ciertas festividades, se consume sin variaciones locales, en todo el territorio y durante todo el año (20). En su preparación actual, el pabellón criollo incluye carne desmechada, arroz blanco y caraotas negras presentadas en el plato en forma independiente, con rebanadas de plátano frito en los bordes. Sin embargo, en la preparación que se ofrece en el comedor universitario, (Tabla 1) el plato no lleva caraotas ya que estas se incluyeron en la sopa y en ocasiones fueron reemplazadas por lentejas o arvejas secas.

Entre las preparaciones estudiadas que muestran una influencia no tradicional, se encuentra el pasticho de berenjenas que es una preparación típicamente Mediterránea y que en la versión analizada aquí, incluyó capas de rebanadas de berenjenas alternadas con una salsa que lleva carne molida y queso rallado. También dentro de esta influencia, se encuentra el uso de la pasta que a diferencia del plato anterior, que no se consume con frecuencia, la pasta en sus versiones larga y corta, se utiliza ampliamente en la cocina venezolana actual. De las demás preparaciones estudiadas, tanto el pollo horneado como la hamburguesa se consumen frecuentemente mientras que la chuleta ahumada no. Sin embargo, se incluyó aquí por el interés de saber si esta preparación, que se parece mucho a la hamburguesa cambiaba el aporte de lípidos y sodio del almuerzo.

La Tabla 1 también muestra que el peso total de la parte comestible de los alimentos que conforman los menús varió entre 814 g para el menú Pabellón y 978,5 g para el menú espaguetada, esto indica que las variaciones de peso no fueron muy grandes, a pesar de la gran variedad en la composición de estos menús. El promedio de todos los menús fue de 883 g, valor que es ligeramente superior a los reportados para los menús servidos en los almuerzos de otra institución universitaria en San Luis, Argentina (758 g) (7).

### Macronutrientes en los menús estudiados

La Tabla 2 muestra el contenido total de macronutrientes, fibra dietética y cenizas presentes en los seis menús estudiados. En cuanto al contenido de proteínas, se observa que el menú que presentó el valor más bajo fue el menú espaguetada con 29 g. Esto, debido a que en relación a los otros menús, éste en su preparación incluye sólo la carne, presente en la salsa que la acompaña. Sin embargo esta cantidad de proteínas representa casi la mitad del requerimiento proteico (48%) de la población de estudiantes de pregrado de la universidad. El menú que presentó el valor más alto fue el menú pollo horneado con 38 g, representando

este valor el 63% del requerimiento promedio de este nutriente.

En esta misma Tabla 2 se observa que en promedio los seis menús aportan 34,5 g de proteínas, lo que representa el 57% del requerimiento de proteína. Esto es un porcentaje elevado, ya que se trata del aporte de proteínas de un solo servicio (almuerzo), sin tomar en cuenta el aporte del

desayuno y de la cena. Esto sugiere que los usuarios del comedor probablemente superan sus requerimientos diarios de proteínas. Una situación similar se observó en la Universidad Nacional de Luján, Argentina donde el grupo de jóvenes estudiados consumió casi el doble de su requerimiento proteico (11).

TABLA 2  
Contenido total de macronutrientes en los seis menús estudiados

Menús	Proteínas	Grasas (g en el total de alimentos)	Glucidos	Fibra dietética	Cenizas
Pabellón	33,88 ± 3,32	16,11 ± 2,44	176,19 ± 24,88	28,74 ± 2,38	7,10 ± 2,93
Pollo horneado	38,22 ± 10,69	24,55 ± 4,04	141,37 ± 13,18	10,78 ± 2,68	5,25 ± 1,82
Espaguetada	29,11 ± 3,79	22,19 ± 2,25	147,85 ± 10,49	29,93 ± 3,53	9,22 ± 0,74
Pasticho de berenjena	36,37 ± 3,95	23,79 ± 4,76	124,66 ± 10,24	25,2 ± 3,97	7,99 ± 0,53
Chuleta ahumada	32,65 ± 2,58	15,29 ± 4,16	124,72 ± 5,35	19,44 ± 2,34	9,42 ± 0,69
Hamburguesa	36,72 ± 4,64	24,08 ± 1,19	126,22 ± 8,77	18,58 ± 4,16	9,51 ± 0,79
X ± SD	34,49 ± 3,03	21,00 ± 3,83	140,17 ± 18,40	20,79 ± 5,92	8,08 ± 1,53

Los valores representan el promedio y la desviación estándar de 20 bandejas analizadas para cada menú (5 bandejas para cada una de las 4 fechas de muestreo).

Al comparar el contenido de proteínas de los menús aquí analizados con los obtenidos en el estudio realizado en la Universidad de San Luis, Argentina (7), se observa que en esa institución, el menú que contenía guiso de arroz con hamburguesa presentó el menor contenido de proteínas (24 g). Esto posiblemente se deba al tamaño de las raciones o al agregado de extensores en la preparación de las hamburguesas ya que este mismo menú en el presente trabajo aportó aproximadamente 37 g de proteínas. En el trabajo Argentino (7) los menús que incluían mayor contenido de carne (milanesa o carne estofada), fueron los que aportaron más proteínas (38 y 33 g respectivamente) y en promedio los menús estudiados en la universidad de San Luis aportaron 31 g de proteínas, valor que es ligeramente menor al promedio de los menús estudiados aquí, que fue de 34,5 g.

El aporte de lípidos en los distintos menús analizados (Tabla 2) estuvo entre 15,3 g para el menú chuleta ahumada y 24,5 g para el menú pollo horneado. En promedio los seis menús aportaron 21 g de lípidos, valor que es menor al contenido de lípidos de los menús analizados en la Universidad de San Luis (27 g).

Los carbohidratos aportados por los menús estuvieron entre un rango de 124 a 176 g, y el promedio para los seis menús estudiado fue de 140 g. Este valor fue más alto que el reportado por Ascar y col. (7) para los menús estudiados en la universidad de San Luis que en promedio aportaron sólo 98 g de carbohidratos.

En la Tabla 2 se observa que estos menús además proporcionan 21 g de fibra dietética total, lo que se ajusta bien a las recomendaciones establecidas para este componente dietario (13,14).

Según las Guías de Alimentación para Venezuela y América Latina (13) y el RDA (14) la dieta para adultos jóvenes debe aportar por lo menos 20 g/d de fibra dietética, de acuerdo con esto, los menús estudiados aquí cubren este requerimiento y si consideramos que se trata de sólo una de las tres comidas (almuerzo), este valor de fibra es elevado. Sin embargo, es posible que estos valores sobrestimen el contenido de fibra de estos menús ya que existen evidencias que en los alimentos cocidos se obtienen valores más elevados de fibra dietética que los alimentos crudos, debido a las reacciones que ocurren entre los carbohidratos y las proteínas al cocinar los alimentos. Probablemente el método utilizado aquí para determinar fibra dietética no discrimine entre la fibra y los complejos de nutrientes formados por la reacción entre estos. Esto que se ha detectado en alimentos aislados (21-23) es probablemente aun más importante cuando se analizan muestras tan complejas de alimentos, como los diversos menús aquí estudiados. Es importante indicar sin embargo, que según algunos autores (24) estos complejos e incluso otros componentes dietarios indigestibles, no asociados con la pared celular vegetal, también podrían ser incluidos dentro del concepto de fibra dietaria.

### Calorías totales y porcentaje de las calorías totales aportadas por los macronutrientes en los menús estudiados

La Tabla 3 muestra las calorías totales y el porcentaje de las calorías totales aportadas por cada uno de los macronutrientes en los menús estudiados. Aquí se observa que el menú Chuleta Ahumada que fue el que presentó el menor contenido de carbohidratos y de lípidos fue el que aportó menos calorías (768 Kcal), mientras que el menú Pabellón que aportó casi la misma cantidad de lípidos pero que, entre todos los menús estudiados, tenía el mayor contenido de carbohidratos (176 g), aportó más calorías (988

Kcal). En promedio los seis menús aportaron 889 Kcal, lo cual representa el 37% del requerimiento energético calculado para la población estudiantil atendida en ese comedor institucional (2421 Kcal/día) (11,13). Esto indica que si los estudiantes usuarios del comedor consumieran una cantidad similar de energía en la cena y poco más de 600 Kcal al desayuno, completarían su requerimiento calórico diario. En un estudio reciente, realizado en la Universidad Nacional de Luján, Argentina, un porcentaje elevado del grupo de jóvenes estudiados, superó sus requerimientos energéticos en aproximadamente un 30% (11).

TABLA 3  
Calorías totales y porcentaje de las calorías totales aportadas por cada macronutriente en los menús estudiados

Menús	Calorías totales (Kcal)	Carbohidratos (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)
Pabellón	988 ± 125,5	70,84 ± 0,92	13,61 ± 0,55	14,79 ± 1,71
Pollo horneado	940 ± 111,9	60,51 ± 2,70	16,09 ± 3,07	23,41 ± 1,67
Espaguetada	908 ± 46,70	65,11 ± 2,32	12,85 ± 1,81	22,05 ± 1,94
Pasticho de berenjena	860 ± 73,56	57,41 ± 1,57	17,05 ± 2,51	24,13 ± 3,68
Chuleta ahumada	768 ± 63,88	65,74 ± 1,97	16,63 ± 1,75	17,69 ± 3,36
Hamburguesa	869 ± 14,47	58,13 ± 3,58	16,96 ± 2,34	24,91 ± 1,36
X ± SD	889 ± 69,00	62,96 ± 2,02	15,52 ± 1,99	21,15 ± 2,25

Los valores representan el promedio y la desviación estándar de 20 bandejas analizadas para cada menú (5 bandejas para cada una de las 4 fechas de muestreo).

En la Tabla 3 se observa que en los menús estudiados, los carbohidratos y los lípidos fueron los nutrientes que tuvieron la mayor contribución al aporte total de calorías. Así, los carbohidratos aportaron entre un 57% a 71% de las calorías totales, con un promedio de 63%; los lípidos entre 15% y 25%, con un promedio de 21% y finalmente las proteínas que aportaron entre 14% y 21% de las calorías totales, con un promedio de 15,5%. Estos valores se ajustan a la distribución calórica recomendada para una alimentación saludable (9,13,14) y señalan que en los menús estudiados, las calorías aportadas por la grasa son bajas cuando se las compara con las calorías grasas que se consumen mayoritariamente en el mundo occidental y que oscilan entre 40% y 45% en los países Europeos y entre 30% y 40% en los Estados Unidos (25). El aporte de las grasas a las calorías totales presentes en los menús aquí estudiados se asemejan más a los reportados para los países del África y el Asia que oscilan entre 15% y 25% (25). Las calorías grasas presentes en estos menús también estuvieron por debajo de las medidas en los menús ofrecidos en la universidad de San Luis en la

Argentina y que alcanzaron un promedio de 30% (7).

El bajo aporte graso de los menús aquí estudiados está de acuerdo con la observación que en general el consumo de grasa es bajo en la población Venezolana (26) y que ha justificado que entre las guías de alimentación para este país (27) se recomiende un aporte de calorías grasas no mayor a un 25%. Este valor es más bajo que el que se recomienda en casi todo el mundo (10).

El bajo aporte graso y alto aporte de carbohidratos detectado aquí para el tradicional pabellón criollo (Tabla 3) está de acuerdo con las observaciones anteriores que señalan que la comida venezolana tradicional es baja en grasa. Además, el bajo contenido graso del menú que incluía al Pabellón Criollo como plato principal está de acuerdo con los resultados obtenidos por Aular y col. (26) que obtuvieron valores ligeramente superiores al analizar esta preparación sin los demás componentes del menú (ensalada, pan y postre).

Aunque hace algunos años, este bajo consumo graso se habría considerado como una clara ventaja en relación con la incidencia de enfermedades cardiovasculares, actualmente,

este concepto es motivo de debate ya que dietas bajas en grasa y altas en carbohidratos se asocian con más altos triglicéridos y bajos niveles de colesterol en HDL (28). Esto último se ha aceptado recientemente como un factor de riesgo para este tipo de enfermedades (9). Sin embargo, la evidencia disponible, también indica que las dietas altas en carbohidratos resultan en incidencias más bajas de cáncer particularmente de colon (29). Estas dos condiciones contrapuestas hacen que sea difícil decidir que es lo que realmente conviene. Sin embargo, el hecho que algunos países del Asia que como el Japón consumen dietas muy bajas en grasa tengan la más baja incidencia de enfermedades cardiovasculares e incidencias bajas de cáncer de colon y que Venezuela muestre incidencias de enfermedades cardiovasculares más bajas que la mayor parte de los países Europeos y Estados Unidos, (30) indica que dentro de este complicado juego de factores dietarios en que participan tanto los macro como los micronutrientes, los hábitos alimenticios que predominan en Venezuela y de los que las comidas aquí descritas son sólo un pequeño ejemplo, sugieren que los bajos niveles de grasa encontrados en los menús aquí analizados, así como las recomendaciones ya mencionadas no están en contra de una alimentación saludable.

#### Composición de ácidos grasos en dos de los menús estudiados

En la Tabla 4 se muestra la composición de ácidos grasos en sólo dos de los seis menús estudiados (Pabellón y Espaguetada). Estos menús se seleccionaron debido a que como ya se mencionó, ellos forman parte de la dieta habitual del venezolano. En relación a esto se encontró valores similares del total de ácidos grasos saturados en ambos menús (56% y 57% para el menú Pabellón y Espaguetada, respectivamente). Sin embargo, hubo diferencias en el porcentaje aportado por cada uno de los ácidos grasos saturados en los dos menús estudiados, indicando diferencias en los tipos de grasas que contenían sus ingredientes. Así, en el menú Pabellón predominaron los ácidos palmítico con 39,5% y esteárico con 14,4%, mientras que en el menú Espaguetada el palmítico representó un 28% y el esteárico un 12,5% de los saturados. Sin embargo, la mayor diferencia entre estos dos menús fue en el contenido de ácido láurico ya que este ácido graso saturado alcanzó un 15,21% en la Espaguetada y no se detectó en el menú Pabellón. Este ácido graso es típico de productos lácteos y se encuentra en altas concentraciones en las grasas tropicales (aceite de coco y palma) (25) por lo que la adición de queso (Tabla 1) y posiblemente de este tipo de grasas justifica su presencia en este menú. También el menú Espaguetada tiene la mitad del contenido de eicosanoico (0,68%) que contiene el menú Pabellón (1,44%),

TABLA 4  
Composición de ácidos grasos (%) en dos de los menús estudiados y relación saturados:monoinsaturados:polinsaturados (S:M:P)

Acidos grasos	Pabellón	Espaguetada
C12:0 Laurico	ND	15,21
C14:0 Miristico	0,57	0,81
C16:0 Palmítico	39,51	28,09
C18:0 Estearico	14,38	12,49
C20:0 Eicosanoico	1,44	0,68
<b>TOTAL SATURADOS</b>	<b>55,90</b>	<b>57,28</b>
C18:1 Oleico	21,31	20,50
<b>TOTAL MONOINSATURADOS</b>	<b>21,31</b>	<b>20,50</b>
C18:2 Linoleico	22,58	22,23
C18:3 Linolenico	0,15	0,12
<b>TOTAL POLINSATURADOS</b>	<b>22,73</b>	<b>22,35</b>
<b>S:M:P</b>	<b>2:0.8:0.8</b>	<b>2:0.7:0.8</b>

Cada valor de ácido graso representa el promedio de 8 bandejas analizadas para cada menú (2 bandejas para cada una de las 4 fechas de muestreo). ND = No Detectado.

El porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados fue semejantes en ambos menús y alcanzaron poco más del 20% de los ácidos grasos presentes.

Así, en líneas generales, en los dos menús estudiados un poco más de la mitad de la grasa presente era grasa saturada y la otra mitad estuvo repartida a partes iguales entre grasa mono y poliinsaturada. Con esto, la distribución entre las grasas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas en los dos menús estudiados fue de aproximadamente 2:1:1. Esta distribución no se ajusta completamente a las recomendaciones establecidas (9) ya que estas aconsejan mantener estos diferentes tipos de grasa en iguales proporciones. En el caso de este menú aunque las grasas mono y poliinsaturadas mantuvieron esta proporción, las grasas saturadas predominaron. Debido a que en las grasas animales, a excepción de la del pollo, pescado y huevos, la proporción de ácidos grasos saturados y monoinsaturados se mantiene cercana a 1:1 y la concentración de poliinsaturados es muy baja (31), una forma de aumentar el consumo de poliinsaturados manteniendo aproximadamente igual la proporción de estos tres tipos de grasa es reemplazar parte de la grasa animal por aceites vegetales ricos en ácidos grasos poliinsaturados. Sin embargo, esto no fue lo que se observó aquí y la proporción de ácidos grasos obtenida está más de acuerdo con el uso de grasas predominantemente saturadas ya sea en su condición natural como son algunas grasas tropicales, ya sea por hidrogenación o por una mezcla de

ambos, como ocurre en el caso de grasas sólidas o semi sólidas que se usan con frecuencia para cocinar.

La importancia del tipo de grasa utilizada en la preparación de estos platos, resulta evidente del trabajo de Aular y col. (26). En ese trabajo el Pabellón Criollo preparado con una mezcla de aceites que contenía un 50% de oleína de palma, 25% de aceite de soya y 25% de aceite de girasol, resultó en una mezcla de ácidos grasos en la que los saturados, monoinsaturados y polinsaturados estaban en una proporción 1:1:1, que es la que recomiendan los lineamientos nutricionales para una alimentación saludable (9).

A pesar de la predominancia de los ácidos grasos saturados en los menús estudiados, el aporte calórico que ellos representaron con respecto al aporte calórico total de cada uno de estos menús, no fue alto. Así, en el caso del pabellón y la espaguetada este aporte alcanzó un 8.27% y un 12.63% respectivamente. Aunque estos valores, se ajustan a las recomendaciones actuales para una alimentación saludable

(9) es importante indicar que esto ocurrió así, exclusivamente por la baja concentración de grasa total en estos menús. En el caso de un mayor aporte graso, el aporte de la grasa saturada hubiera estado por encima de estas normas. Esto sugiere que si se quisiera aumentar la concentración de grasa en estos menús, sería conveniente hacerlo incluyendo grasas vegetales con mayor concentración de ácidos grasos polinsaturados, tal como proponen Aular y col. (26).

#### Hierro, sodio, cloruro de sodio, potasio y relación sodio-potasio en los menús estudiados

Los valores de hierro, sodio, potasio y relación sodio/potasio en los menús estudiados se muestran en la Tabla 5. Con relación al aporte de hierro observamos que el porcentaje aportado por estos menús es alto y en promedio cubre aproximadamente la mitad de los requerimientos de hierro de los hombres y la tercera parte de los requerimientos de hierro de las mujeres que usan el comedor.

TABLA 5  
Contenido total de hierro, sodio, cloruro de sodio, potasio y relación sodio-potasio en los menús estudiados

Menús	Hierro mg	Sodio mg	Na Cl (1) g	Potasio mg	Sodio/Potasio
Pabellón	4,10 ± 1,34	995,8 ± 395,0	2,63 ± 1,13	599,6 ± 171,0	1,66
Pollo horneado	4,17 ± 0,71	1328,7 ± 452,6	3,37 ± 1,15	516,2 ± 159,7	2,81
Espaguetada	4,84 ± 0,26	1753,8 ± 182,6	4,40 ± 0,53	1159,6 ± 122,5	1,54
Pasticho de berenjena	6,71 ± 0,94	1385,1 ± 141,0	3,52 ± 0,36	1210,6 ± 143,6	1,16
Chuleta ahumada	5,71 ± 1,31	2167,8 ± 199,8	5,51 ± 0,51	949,1 ± 84,9	2,15
Hamburguesa	5,89 ± 1,32	2211,9 ± 138,8	5,62 ± 0,35	894,1 ± 128,5	2,52
X ± SD	5,24 ± 0,98	1640,5 ± 251,6	4,18 ± 1,21	888,2 ± 135,03	1,97

Los valores representan el promedio y la desviación estándar de 20 bandejas analizadas para cada menú (5 bandejas para cada una de las 4 fechas de muestreo). 1. Sodio x 2.54.

Por otra parte, podemos asumir que la absorción de este mineral debe ser buena en los usuarios del comedor, debido a que la mayoría de estos menús se podrían clasificar como dietas con biodisponibilidad alta en hierro, ya que presentan algunas características como la presencia de proteínas de origen animal y de vitaminas como el ácido ascórbico (jugos de frutas), que se ha demostrado aumenta la absorción del hierro contenido en los alimentos de origen vegetal (32). Adicionalmente, aunque no se midió, es probable que la presencia de hígado de pollo, tubérculos (apio, batata) y vegetales amarillos (auyama, zanahoria) en las sopas haya aportado vitamina A y carotenos que de acuerdo a evidencias recientes, también favorecen la absorción del hierro (33).

El contenido de sodio fue muy variable en los menús estudiados, el rango estuvo entre 996 mg para el menú Pabellón y 2212 mg para el menú Hamburguesa. Esto indica

que con este aporte en algunos casos, el almuerzo sólo, cubriría las necesidades de este mineral que se han fijado en 2400 mg/d. (14).

El sodio contenido en estas preparaciones, procede en su mayor parte de la sal agregada durante la preparación, ya que con excepción de la chuleta ahumada o el queso rallado utilizado en la preparación del pasticho o la espaguetada, los demás ingredientes en su forma natural no tienen sodio. Por lo tanto, al convertir los gramos de sodio a gramos de sal (Tabla 5), se encontró que estos menús aportaban entre 2.6 g y 5.6 g de sal y que los menús con menor y mayor contenido de sal fueron Pabellón y Hamburguesa, respectivamente. La alta concentración de sal en la Hamburguesa probablemente resulta de la adición de adobos o condimentos y salsas comerciales que contienen concentraciones altas de sal. El alto contenido de sodio de la Chuleta Ahumada proviene del

proceso de curado que se utiliza para preservarla. Sin embargo, independientemente de su procedencia, el aporte de sal de algunas de estas comidas es alta y se acerca al consumo máximo diario propuesto por el Food and Nutrition Board de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos que es de 2.4 g de sodio y 6 g de sal (14).

El Estudio Intersalt realizado en 1988 (34) indicó que la ingesta de sal en distintas poblaciones del mundo (con excepción de cuatro centros no civilizados) osciló entre 6 y 14 g al día y que en la mayoría de los países estudiados, el consumo de sal estuvo por encima del valor máximo propuesto. Los resultados obtenidos aquí, sugieren que Venezuela no escapa a esta tendencia pero al mismo tiempo, destacan las bondades de la comida tradicional venezolana ya que de todas las preparaciones estudiadas, fue el Pabellón la que aportó la menor cantidad de sal.

En cuanto al contenido de potasio (Tabla 5), este mineral varió entre 516 mg para el menú Pollo Horneado y 1211 mg para el menú Pasticho de Berenjena y en promedio los menús estudiados aportan 888.2 mg de potasio. Considerando que el requerimiento de potasio de los estudiantes es de 2000 mg/d (14) y que esta es sólo una de las comidas diarias, este aporte promedio parece adecuado. Sin embargo, como se observa en esta misma Tabla 5 los menús estudiados proporcionan más sodio que potasio. La relación Na:K que según Holbrook (35) resulta de mayor importancia en la prevención de la hipertensión que la ingesta individual de estos minerales, resultó en todos los menús estudiados superior a la sugerida por este autor (Na:K = 0,58).

Los valores encontrados aquí para la relación Na:K es semejante a la reportada por Grijalva en 1990 (36) en 15 comidas típicas mexicanas, ya que esas comidas también aportaban más sodio. A pesar que la relación entre la hipertensión y los consumos de sodio y potasio no está claramente demostrada (37), los valores aquí obtenidos indican que sería importante vigilar el agregado de sal con el fin de reducir el consumo de sodio y aumentar las raciones de vegetales y frutas en las diferentes comidas para incrementar el consumo de potasio. Una meta adecuada podría ser igualar el consumo de estos dos minerales con el fin de obtener una relación Na:K = 1 ya que esta es la relación necesaria para satisfacer los requerimientos de ambos elementos (14). En el caso del Pabellón, Espaguetada y el Pasticho bastaría con reducir ligeramente la sal agregada pero en los demás menús habría que disminuirla a menos de la mitad.

### CONCLUSIONES

Considerando que los menús estudiados ofrecen sólo una de las comidas diarias, se puede concluir que desde un punto de vista cuantitativo, ellos satisfacen una fracción adecuada de

los requerimientos de macronutrientes y hierro de los estudiantes usuarios del comedor universitario. Adicionalmente, desde un punto de vista cualitativo los nutrientes que ofrecen, provienen de una amplia variedad de alimentos, muestran una buena distribución entre carbohidratos, grasas y proteínas y un buen aporte de fibra. Un aspecto importante de la composición de estos menús es su bajo contenido graso. Esto, probablemente es una expresión de las preferencias que en este aspecto tiene la población venezolana y que se vieron reflejadas en su plato nacional, el Pabellón Criollo ya que este fue el menú que tuvo el menor contenido graso y además, la menor concentración de sodio de todos los estudiados.

Dos aspectos que podrían considerarse para mejorar las preparaciones aquí estudiadas, son primero, el reemplazo de grasa saturada por aceites vegetales polinsaturados (26) y segundo una disminución en la adición de sal.

### REFERENCIAS

1. Kemény E. La Organización de los Servicios de Alimentación de Hospitales e Instituciones Colectivas. 2ª Ed. Editorial Andrés Bello. Santiago de Chile. 1961.
2. Jaffé W. Nuestros Alimentos Ayer, Hoy y Mañana. 1ª Ed. Fondo Editorial. Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela. 1987.
3. INN. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación N° 52 Serie Cuadernos Azules. Caracas. Venezuela. 1999.
4. Grijalva MI, Valencia ME y Wyatt CJ. Sodium, potassium and calcium intake in adults consuming normal diets in northern Mexico determined by analytical and calculated methods. *J. of Food Comp. and Anal.* 1992;5(2): 127-133.
5. Méndez RO y Wyatt CJ. Comparación entre los valores analizados y calculados del contenido de energía, grasa, proteína, fibra dietética, hierro y zinc en dietas del noroeste de México de diferentes niveles socioeconómicos. *Arch Latinoam Nutr.* 1995;45(2):151-158.
6. Wilson E. Fisiología d la Alimentación. 2ª Edición. Editorial Interamericana. Barcelona, España. 1987.
7. Ascar JM, Molins M, Moyano G, Guardia C, Rodriguez N, Luconi M y Piola H. Evaluación Calórica Nutricional del menú Servido a la Comunidad Universitaria de la Universidad Nacional de San Luis, República Argentina. *Arch Latinoam Nutr.* 1993;43(2):151-156.
8. Grijalva MI, Caire G, Sánchez A, Valencia ME. Composición Química, fibra Dietética y Contenido de Minerales en Alimentos de Consumo Frecuente en Noroeste de México. *Arch Latinoam Nutr.* 1995;45(2):145 -150.
9. NCEP. Summary of the Second Report of the Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. *J Am Med Assoc.* 1993;16:3015-3023.
10. Welsh S. Nutrient Standards, Dietary Guidelines, and Food Guides. En: Present Knowledge in Nutrition. 7th. Ed. Ziegler and Filer Editors. ILSI Press, Washington D.C. 1996; 630-646.

11. Pacin A, Martínez E, Pita ML, y Neira MS. Consumo de alimentos e ingesta de algunos nutrientes en la población de la Universidad Nacional de Lujan, Argentina. *Arch Latinoam Nutr.* 1999;49: 31-39.
12. Monsalve De Dávila S L. Obtención de la fórmula Dietética Institucional en Estudiantes de Pregrado de la Universidad Simón Bolívar. Trabajo Final de Especialización para optar al título de Especialista en Nutrición Clínica. 1991.
13. Fundación Cavendes. Necesidades de Energía y de Nutrientes. Recomendaciones para la Población Venezolana. Ediciones Cavendes. Editorial texto. Caracas, Venezuela. Venezuela. Revisión 1994.
14. Recommended Dietary Allowance. Food and Nutrition Board Council. Commission on life Sciences. National Research Council. National Academy Press. Washington. D.C. 1989.
15. AOAC. "Official Methods of Analysis". Association of Official and Analytical Chemists. 15 th. Ed. Washington, D.C. 1990.
16. Blight EG y Dyer WJ. A rapid method of total lipids extraction and purification. *J. Biochem. Physiol.* 1959;37: 911 - 912.
17. Hevia P y Cioccia AM. Aplicación de un método colorimétrico para la determinación de proteínas humanas. *Nutr Rep Int.* 1988;38(6):1129-1136.
18. Prosky L. Determination of total Dietary Fiber in Foods Products. Collaborative Study. *J Assoc Anal Chem.* 1985;68: 677 - 679.
19. Johnston PV. Basic Lipid Methodology. Special Publication 19. College of Agriculture University of Illinois at Urbana-Champaign. 1971.
20. El Nacional-Fundación Bigott. Atlas de Tradiciones Venezolanas. Iterarte C.A. Caracas 1998.
21. Varo P. Effect of heat treatment on the dietary fiber contents of potato and tomato. *Journal of Food Technology.* 1984;19: 485 - 492.
22. Lintas C y Cappelloni M. Content and composition of dietary fiber in raw and cooked Vegetables. *Arch Latinoam Nutr.* 1988;42:117-24.
23. Méndez M. "Fibra da Dieta" Em Alimentos Crus e Processados. *Arch Latinoam Nutr.* 1988;35:966:978.
24. Gallaher DD y Schneeman BO. Dietary Fiber En: Present Knowledge in Nutrition. 7th. Ed. Ziegler y Filer Editors. ILSI Press, Washington D.C. 1996:87-97.
25. Grundy SM. Dietary Fat En: Present Knowledge in Nutrition. 7th. Ed. Ziegler and Filer Editors. ILSI Press. Washington D.C. 1996: 44-57.
26. Aular AR, Bosch V y Ortíz HN. Acidos grasos en comidas típicas venezolanas preparadas con diferentes aceites vegetales. *Anal Venez Nutr* 1999;12 (1):23-27.
27. Virgilio Bosch. Comunicación personal. 1999.
28. Katan MB. Effects of low-fat diets on plasma high-density lipoprotein concentrations. *Am J Clin Nutr.* 1998;67:573S-576S.
29. Cassidy A, Bingham SA y Cummings JH. Starch intake and colorectal cancer risk: an international comparison. *British J. of Cancer* 1994;69: 937-942.
30. WHO. World Health Statistics Annual. 1995.
31. Bosch V, Cuevas C y Giacopini M. Acidos grasos de los alimentos de mayor consumo en Venezuela. *Arch Latinoam Nutr.* 1995;45:305-306.
32. Layrisse M, Martínez-Torres C, Méndez-Castellano H, Taylor P, Fossi M, López de Blanco. M, Landaeta-Jiménez, M, Jaffé W, Leets I, Tropper E, García-Casal MN y Amírez J. Relationship between iron bioavailability and the prevalence of iron deficiency. *Food and Nutrition Bulletin* 1990;12: 301-309.
33. García-Casal MN, Leets I y Layrisse M.  $\beta$ -Carotene and inhibitors of Iron absorption modify iron uptake by Caco-2 cells. *J Nutr.* 2000;130:5-9.
34. The Intersalt Cooperative Research Group Intersalt: An international study of electrolyte excretion and blood pressure: results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *Br Med J.* 1988;297:319-328.
35. Holbrook N. Sodium and potassium Intake and Balance in Adults Consuming Self-Selected Diets. *Am J Clin Nutr.* 1989;40: 786 - 93.
36. Grijalva Haro MI. Contenido de sodio, potasio y calcio en platillos típicos consumidos en Sonora. México. *Arch Latinoam Nutr* 1990;40(2):293 - 300.
37. Knapp HR. Nutritional aspects of hypertension. En: Present Knowledge in Nutrition. 7th. Ed. Ziegler and Filer Editors. ILSI Press, Washington D.C. 1996:438-444.

Recibido: 16-03-2000

Aceptado: 27-11-2000

## Complementary feeding: Study on prevalence of food intake in two Health Centers of São Paulo City

*Dirce Maria Lobo Marchioni, Maria do Rosário Dias de Oliveira Latorre, Sophia Cornbluth Szarfarc, Sônia Buongiorno de Souza*

University of São Paulo, School of Public Health. São Paulo, Brazil

**SUMMARY.**The infant feeding practices in the first year of life are of fundamental importance for their growth and development. This study was carried out aiming at checking on the prevalence of food intake by the infants during their first year of life. One-hundred-and-seventy-five children aged up to one year, attended to in two Health Centers of São Paulo city, Brazil, participated in this study. Their feeding practices, obtained through the *status quo* approach, were analyzed through multiple logistic regression models, using curves of prevalence for complementary food consumption. Fruit was the first solid food to be part of the infant diet, followed by vegetables, cereal, meat and/or eggs and beans. Animal-protein-containing source foods (meat and eggs) entered the diet much later, being consumed by practically all children only at the end of their first year of life. The early introduction of complementary foods into the infant diet was made evident. The introduction of solid foods to complement breastfeeding is started with low-calorie density foods, in disagreement with the recommendations for Brazilian children. Results of this paper disclose a need for having programmatic actions in health education being carried out, in special those regarding exclusive breastfeeding promotion and orientation on the adequate introduction of complementary feeding.

**Key-words:** Infant nutrition, weaning, complementary feeding.

**RESUMO. Alimentação complementar: Estudo da prevalência de consumo de alimentos em dois Centros de Saúde do Município de São Paulo.** A alimentação da criança no primeiro ano de vida é fundamental para o seu crescimento e desenvolvimento. Este estudo foi delineado com o objetivo de verificar a prevalência de consumo de alimentos no primeiro ano de vida. Participaram do estudo 175 crianças com até um ano de idade, atendidas em dois Centros de Saúde do município de São Paulo, Brasil. A prática alimentar, obtida por status quo, foi analisada utilizando modelos de regressão logística múltipla, por meio de curvas de prevalência para o consumo de alimentos complementares. O primeiro alimento sólido a fazer parte da dieta infantil foi a fruta, seguindo-se as hortaliças, cereais, carnes e/ou ovos e feijão. Os alimentos fonte de proteína animal (carne e ovos) entraram na dieta mais tardiamente, sendo consumido por praticamente todas as crianças somente ao final do primeiro ano. Evidenciou-se a introdução precoce de alimentos complementares, com alimentos de baixa densidade calórica, em desacordo com as recomendações para as crianças brasileiras. Os resultados deste trabalho evidenciam a necessidade de ações programáticas em educação em saúde, em especial incentivo ao aleitamento materno exclusivo e orientação de introdução da alimentação complementar adequada.

**Palavras chave:** Lactente, alimentação complementar, alimentação do lactente.

### INTRODUCTION

Feeding is of fundamental importance for the growth and development of children during their first year of life, being in an intimate relationship with their health at short-, medium- and long-term (1-3).

Changing from breastfeeding to family feeding is rather a complex process and decisions taken on when and how to start and end this process are based on multiple factors: biological, cultural, social and economical (4-6).

It is largely agreed that mother's milk is the best source of nutrients for the suckling infant, there existing, also, a general consensus on the benefits of having the child be exclusively breastfed in his first months of life. Breastfeeding

should be extended as long as possible, preferably up to the age of two, according to the World Health Organization-WHO (7). However, scientific advances in this field have brought about changes in the paradigms that had been guiding the recommendations on infant diet in the last decades (7-11).

The term "complementary food" is preferred to "weaning food" in order to emphasize that breastfeeding should not be stopped when the suckling infant starts contact with foods consumed by his family or culture (7).

The best age to start complementary feeding is still a controversial subject. Traditional recommendations favoring that it should be started about 4 to 6 months of age have been target of criticism and, nowadays, research findings suggest that before the age of six months complementary feeding is

unnecessary in breastfed children (8, 12-16).

A complement to mother's milk from six months of age is necessary in order to attain the nutritional needs of the child that are not being supplied anymore by exclusive breastfeeding. Energy-density, adequate intake of protein and, a variety of foods in the child's diet are essential elements that should be contemplated in a complementary feeding. Energy-density is one of the most important items when one is selecting which type of foods and mixtures should supplement the mother's milk. Consumption of low-energy density foods such as mashed fruits and soups, associated with the occurrence of diarrheic episodes caused by food contamination due to inadequate preparation under poor hygiene conditions, might even put the nutritional status of children in jeopardy (15-17).

The study of feeding practices in this particular period of life may contribute to the development of educative guidelines leading to an improvement on the feeding pattern, benefiting the infant population. This study was outlined on the main purpose of describing the prevalence of food intake of complementary foods by infants in their first year of life.

## MATERIAL AND METHODS

A descriptive, cross-sectional study (\*) was carried out. The study population comprised 175 children aged up to 12 months, attended to - either for medical care or vaccination - in two Health Centers of the state health network in the city of São Paulo, State of São Paulo, Brazil, from November 1997 to August 1998. The State Health Department indicated two health services: one health center, located at the central area, and the other, at the outskirts of the city.

After obtaining their informed consent, previously trained nursing attendants submitted mothers or responsible persons to a structured questionnaire containing closed-end questions about the child, data on the parents and on the child's feeding practice. The Committee on Ethical Research of the University of São Paulo School of Public Health granted this study authorization to be carried out.

### Dietary survey

Information on feeding practices was gathered through a current status inquiry: a cross-sectional study is carried out in which each child is investigated in terms of his age and in relationship with the phenomenon of interest at the moment of the research. A list of foods customarily used during the first year of life is recorded in the questionnaire. Questions to each item of consumption might receive either a "yes" or "no" for response. The use of the current status approach is an alternative to avoid the bias of memory (18-22).

The utilization of the logistic regression model allows the use of a cross-sectional design to estimate the prevalence

of consumption of foods by the children in their first year of life, instead of carrying out a cohort study, of greater complexity and cost (20).

### Study variables

The variables selected were those which might have influenced the children's feeding pattern. With the exception of age, which was kept continuous (in days), all the other independent variables were categorized (Table 1).

TABLE 1  
Number and percentage of children according to independent variables. São Paulo, 1998

Variable	n	%
<b>Gender</b>		
Male	97	55.4
Female	78	44.6
<b>Age (days)</b>		
01—190	56	32.0
90—1180	56	32.0
180—1270	43	24.6
270—1365	20	11.4
<b>Weight at birth</b>		
Low weight < 2500 g	19	10.9
Adequate weight ≥ 2500 g	156	89.1
<b>Mother's age</b>		
Young mother ≤ 19 years	36	21.0
Adult mother > 19 years	139	79.0
<b>Mother's schooling(*)</b>		
Low schooling *	83	48.3
Non low schooling **	89	51.7
<b>Father's schooling (**)</b>		
Low schooling*	74	46.0
Non-low schooling **	88	54.0
<b>Type of delivery</b>		
Normal	89	51.1
Other (cesarean section or forceps)	85	49.9
<b>Length of pregnancy</b>		
Premature birth (< 38 weeks)	14	8.0
Full term pregnancy (38 weeks)	161	92.0
<b>Nutritional status</b>		
Low weight for age (≤ -2 z)	6	3.5
Normal (-2 < z < + 2)	160	91.4
High weight for age (≥ +2 z)	9	5.1

(\*)3 individuals without information (\*\*) 13 individuals without information  
\* up to 4<sup>th</sup> grade of elementary school \*\* complete elementary school or beyond

(\*)This study is based on data of a research carried out by the Department of Nutrition of the University of São Paulo School of Public Health, financially supported by the FAPESP, aiming at checking on the prevalence of anemia among infants during their first year of life and its relationship with their feeding practice, in special with breastfeeding as well as with the infant growth and development.

The child's status concerning the consumption of a determinate food is expressed by Y, a variable that can take two values: Y= 1 or Y= 0, depending, respectively, on whether the child consumes or not the food. The dichotomic condition of this variable allows the use of a logistic regression model, in this particular case, in order to obtain the estimate of prevalence according to age (20).

This study searched out the consumption of the following foods: fruits (either mashed or in the form of juice); vegetables (potato; vegetables and/or greens); cereal and cereal products (rice; pasta; bread; and/or, cookies); any meat (bovine; of chicken or other poultry; liver; and/or, fish); bean (bean or bean broth – the water that the bean was coked); eggs (only yolk or the entire content) and just fish.

**Statistical analysis**

Descriptive analysis was accomplished by using central-tendency and dispersion measures. The associations of interest were examined by the Qui-square ( $\chi^2$ ) using the Yates' correction. The relationship between foods or food groups, which make up the independent variables, and the dependent variables was analyzed using univariated and non-conditional multiple logistic regression, by the *stepwise forward* technique. The diet pattern of introducing foods was examined on by the construction of a curve of prevalence of

consumption in function of age, using the logistic regression technique, expressed by the function:

$$\text{Prob (Y=1)} = P = \frac{1}{(1 + \exp - (\beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_ix_i))}$$

where  $\beta_i$  are the coefficients of regression and  $x_i$  are the already mentioned independent variables.

This function allows to estimate the probability of a given child of the sample of having already started the consumption of a determinate food in function of age, measured in days, while controlling the other variables of interest (20).

The checking on the adjustment of regression models was achieved by means of the test of residue of Hosmer and Lemeshow (23).

**RESULTS**

The population's characteristics can be observed on Table 1.

There was no statistically significant association between the consumption of foods and the independent variables (Table 2).

TABLE 2  
Distribution of number and percentage of children according to dependent and independent variables. São Paulo, 1998

		fruits			vegetables			Cereal and by products			Meat and/or eggs			beans			fish			eggs		
		n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p
Birth weight	Low birth	12	57.1		13	38.1		13	61.9		9	42.9		12	57.1		3	14.3		7	33.3	0.059
	Adequate Weight	79	51.3	0.787	66	42.9	0.158	62	40.3	0.100	46	29.9	0.341	51	33.1	0.056	15	9.7	0.795	22	14.3	
Type of delivery*	Normal	43	48.3		34	38.2		34	38.2		22	24.7		30	33.7		11	12.4		13	14.6	0.587
	other	48	51.7	0.355	45	52.9	0.072	41	48.2	0.273	33	38.8	0.066	33	38.8	0.586	7	8.2	0.520	16	18.8	
Length of pregnancy	premature	8	57.1		9	64.3		9	64.3		6	42.9		7	50		3	21.4		3	21.4	0.897
	full term	83	51.6	0.902	70	43.8	0.222	66	41	0.159	49	30.4	0.509	56	34.8	0.397	15	9.3	0.331	26	16.1	
Mother's age	young	19	52.8		17	47.2		16	44.4		10	27.8		14	38.9		5	13.9		5	13.9	0.815
	Adult	72	51.8	0.934	62	44.6	0.926	59	42.4	0.978	45	32.4	0.743	49	35.3	0.833	13	9.4	0.624	24	17.3	
Mother's schooling**	low	39	53.0		36	43.4		35	42.2		26	31.3		29	34.9		8	9.6		14	16.9	0.840
	no-low	43	51.7	0.983	42	47.2	0.727	39	43.8	0.949	28	31.5	0.884	33	37.1	0.894	10	11.2	0.936	15	16.9	
Father's schooling***	low	37	50.0		29	39.2		28	37.8		24	32.4		23	31.1		8	10.8		11	14.9	0.871
	no-low	46	52.3	0.896	42	47.7	0.351	39	44.3	0.500	26	29.5	0.822	32	36.4	0.589	8	9.1	0.919	15	17.0	
Nutritional Status (weight/age)	Low	5	83.3		3	50		4	66.7		3	50		2	33.3		2	33.3		3	50.0	0.073
	Normal	80	50.0	0.183	70	43.8	0.393	66	41.3	0.341	49	30.6	0.599	55	34.4	0.144	15	9.4		25	15.6	
	High	6	66.7		6	66.7		5	55.6		3	33.3		6	66.7		1	5.6		1	11.1	

n - number of children with the practice

% - percentage estimated in relation to the total of children of the category p - descriptive level of the test of association by the Qui-square, using the Yates' correction

Therefore, the option was to maintain within the model only the variable child's age. Results concerning the logistic regression analysis can be seen on Table 3. The  $\beta$ 's coefficient were used to build the Figure 1.

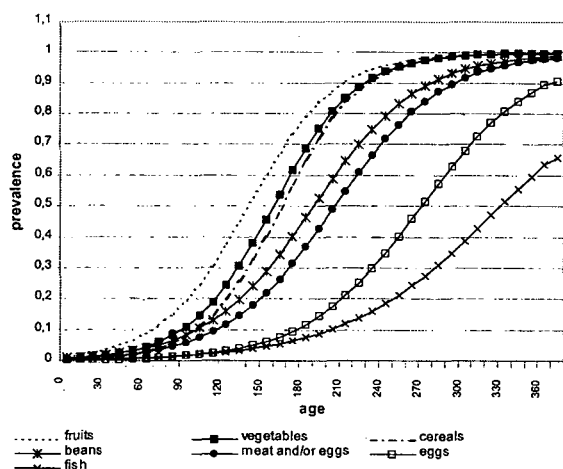
TABLE 3  
Final models of the logistic regression analysis

Dependent variable	$\beta$ constant (SE)*	$\beta$ age (SE)	p**
fruits	- 4.1773 (0.633)	0.0306 (0.005)	< 0.001
vegetables	- 4.9683 (0.733)	0.0320 (0.005)	< 0.001
cereals	- 5.4695 (0.811)	0.0338 (0.0050)	< 0.001
meat	- 4.9684 (0.713)	0.0246 (0.004)	< 0.001
beans	- 4.6480 (0.666)	0.0250 (0.004)	< 0.001
fish	- 5.5553 (0.912)	0.0170 (0.004)	< 0.001
eggs	- 6.1447 (0.9360)	0.0230 (0.004)	< 0.001

\* SE – standard error \*\*p: descriptive level of Wald's test

Figure 1 shows the curves of prevalence of consumption estimated for the various foods.

FIGURE 1  
Curves of prevalence of consumption of foods in two Health Centers. São Paulo, 1998



The prevalence of food consumption at 120, 180 and, 360 days can be seen on Table 4.

TABLE 4  
Prevalence of consumption of foods at 120, 180 and, 360 days. São Paulo, 1988

Food	Prevalence of consumption (%)*		
	120 days	180 days	360 days
fruits	38	79	100
vegetables	24	69	100
cereals	20	65	100
beans	16	46	99
Meat and/or eggs	12	37	98
eggs	3	12	89
fish	3	8	64

\* estimated on the basis of logistic regression models.

## DISCUSSION

In this study, the first solid food complementary to milk (maternal and other) to appear in the infant diet was fruit, followed by vegetables, cereal, beans, meat and, in the last place, eggs and fish, in contradiction with the WHO's recommendations (8). The findings of this study disclosed a rather early incorporation of fruits, vegetables and cereal into the infant diet in the period of 4 to 6 months of age.

Similar results were observed by Tabai et al. (24), in the state of São Paulo rural zone: consumption of fruits was started between 2 and 4 months of age (43.6% of the infants); cereal and vegetables were introduced, respectively, for 38.2% and 36.4% of the infants between 4 and 6 months; as to meat, it was introduced between 6 and 12 months of age for 38.2% of the infants. However, these results differ from the ones observed by SOUZA (25), in a research carried out in 4 Health Centers in São Paulo city: the first food to be introduced into the infant diet, besides milk, was fruit, followed by meat, vegetables, yolk and beans.

Freeman et al (26), in a longitudinal, observational study on feeding practices of infants in Europe, verified that at age of 3, 4 and 5 months, 50%, 67% e 95% of infants were fed solid foods.

The estimates of prevalence of consumption observed in the present study were low for protein and iron containing foods, denoting a late incorporation of these foods into the infant diet; meat is consumed by half of the infants only by the seventh month on, reaching almost 100.0% at the end of the first year of life. Beans are consumed by 80.0% of the infants by the eighth month on and, like the meat, it is only at the end of the first year of life that it is consumed by practically all the infants. These findings are consistent with those obtained by Monteiro and Szarfarc (27), who verified that meat and bean appear in the diet of infants in the city of São Paulo, in a systematic way, only after the child is one

year old. In the same way, Tudisco et al. (28) verified that the consumption of cereal and starches is a common practice in four Brazilian capitals studied (São Luiz, Salvador, Rio de Janeiro and São Paulo), although observing low-frequency of consumption for meat and greens.

It is worth noticing how the early introduction of solid foods predominates in the diet of the population under study. These data are consistent with those observed in other studies. Prado et al. (29) found out that in the semiarid region of the State of Bahia, Brazil, the complementary foods are already introduced into the infant diet just in the first days of life, when the infants are given a pap made of manioc flour and bovine fat. Silva et al., (20) verified that, in Cuba, 94.7% of the infants were given juice at 120 days of life and 96.4% of them consumed meat at the age of 180 days. Hop et al. (30), in a longitudinal study designed to investigate the association between complementary feeding and physical growth in Vietnamese children verified a long term deterioration of physical growth in infants who received premature complementary feeding. Notzon (31) refers a tendency towards an early consumption of complementary feeding in the Caribbean countries, Central America, Africa and, some countries of Asia. However, these findings differ from those observed in Vancouver, Canada, by Williams et al. (32), where the introduction of foods occurs between the fourth and sixth months, in accordance with the guidelines recommended by the Committee on Nutrition of the Canadian Pediatric Society. The authors credit the fact to orientation provided by health professionals.

Greiner (33) alerts to the fact that mothers are rarely given orientation on how to achieve complementary feeding without substituting – not intentionally – large quantities of food and beverage for breastfeeding, leading to a decrease in the intake of mother's milk.

The fact that in this study the findings have disclosed fruit as the first food given to the infant to complement milk might be indicative that the complementary feeding is being carried out with low-energy density foods, such as fruit and vegetable gruel, provoking the substitution of foods of lesser nutritional value for milk, maternal or not. Such occurrence is in disagreement with the recommendations for Brazilian children aged less than 2 years (7), according to which fruit or vegetable juices and soups are not recommended in view of their low-energy density contents. The American Academy of Pediatrics (34) suggest that fruit juice is not a necessary part of an infant's diet.

The Ministério da Saúde (35), through the government regulation no. 34, of 01/13/98, established 0.7 kcal/g as the minimal energy-density permitted to ready-for-consumption industrialized products destined for replacing the main meal for children aged from birth to 3 years. It is worth noticing that, in this same government regulation, the age of 10 months

is established as the minimal age for using egg-white and the age of 9 months, for consuming cocoa bean, making no recommendations, however, as to the minimal age for consuming fish.

Cow milk, eggs, wheat and fish (36) are the foods most frequently blamed for causing allergic reactions. In this study, it was observed that eggs and fish were the last foods to be incorporated into the infant diet; even so, at the end of the first year of life, 10.0% of the children do not consume eggs and 34.0% of them do not consume fish.

Although there exist evidences of a relationship between feeding practices in the first year of life (in special, breastfeeding) with variables such as age, schooling and, income (37-38), in the present study such association was not observed for the consumption of complementary foods. Likewise, Brown et al. (39), in a study carried out in Peru, did not observe any association between socioeconomic variables and the feeding practice of children aged less than one year.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, the early introduction of complementary foods into the infant diet was made evident. The introduction of solid foods to complement breastfeeding is started with low-calorie density foods, in disagreement with the recommendations for Brazilian children. The first complementary solid food to be part of the infant diet was fruit, followed by vegetables, cereal, meat and/or eggs and, bean. Animal-protein-containing foods (meat and eggs) enter the infant diet much later. It was only at the end of the first year of life that the estimated consumption reached approximately 100.0%.

Although just limited to the population under study, the results of this paper make evident the need for carrying out programmatic actions in health education in order to provide orientation on the introduction of complementary feeding for suckling infants, in an adequate way, with high-energy density and high-nutrient foods after the sixth month of life. Concomitantly, exclusive breastfeeding should be encouraged up to this age and mothers should receive incentive to continuing breastfeeding when other foods are introduced into the infant diet. This methodology allows to built curves of estimated intake of food in the first year, using a cross-sectional study, and these figures can help health professionals to easily identify problem situations in the community level.

## REFERENCES

1. Martell M, Bertolini LA, Nieto F, Tenzer SM, Rúggia R, Belitzky R. Crecimiento y desarrollo en los dos primeros años de vida pós natal. Washington CDC: OPAS; 1981. (OPAS-Publicacion Científica, 406).

2. Victora CG, Vaughan JP, Lombardi C, Fuchs SMC, Gigante LP, Smith PG et al. Evidence for protection by breastfeeding against infant deaths from infectious diseases in Brazil. *Lancet* 1987;8: 319-22.
3. Monteiro CA. Saúde e nutrição das crianças de São Paulo: diagnóstico, contrastes sociais e tendências São Paulo: HUCITEC/ EDUSP, 1988.
4. Kretchmer N. Weaning: the enzymatic adaptation. *Am J Clin Nutr* 1985;41:391-8.
5. Ballabriga A, Rey J, editors. Weaning: why, what and when? New York: Raven Press; 1987.
6. Barnes LA. History of infant feeding practices. *Am J Clin Nutr* 1987;46:168-70.
7. Giugliani ERJ, Victora CG. Normas alimentares para crianças brasileiras menores de dois anos: bases científicas. Brasília: OPAS; 1997.
8. [WHO] World Health Organization. Weaning from breast milk to family food: a guide for health and community workers. Geneva: 1988.
9. [WHO] World Health Organization, UNICEF. Sobre la alimentación del niño pequeño, Ginebra: WHO; 1979.
10. Réa MF. A amamentação e o uso de leite humano: o que recomenda a Academia Americana de Pediatria. *J Pediatr* 1998;74:171-3.
11. Dewey KG, Cohen RJ, Rivera LL, Brown KH. Effects of age of introduction of complementary foods on iron status of breast-fed infants in Honduras. *Am J Clin Nutr* 1998;67:878-84.
12. Caballero B, Carmuega E, Giugliani E, Lara Pantín E, López de Blanco M, O'Donnell A et al. La alimentación del niño menor de 6 años en América Latina: bases para el desarrollo de guías de alimentación. *Arch Latinoam Nutr* 1994;44: 176-98.
13. Wharton BA. Weaning in Britain practice, policy and problems. *Proc Nutr Soc* 1997; 56: 105-19.
14. Palma D, Sarni RS, Oliveira FLC, Valverde MA. Alimentação da criança nos primeiros anos de vida. *Rev Paul Pediatr* 1998;16:112-7.
15. Brown KH, Kanashiro HC, Dewey KG. Optimal complementary feeding practices to prevent childhood malnutrition in developing countries. *Food Nutr Bull* 1995a;16: 320-39.
16. Brown KH. WHO/UNICEF review on complementary feeding and suggestions for future research: WHO/UNICEF guidelines on complementary feeding.
17. Hendricks KM, Badruddin SH. Weaning recommendations: the scientific basis. *Nutr Res* 1992;50:125-33.
18. Raphael K. Recall bias: a proposal for assessment and control. *Int J Epidemiol* 1987;16:167-70.
19. Ríos E, Neuhauser L, Margen S, Melnick V. Accuracy of mother's responses to questions about breast-feeding practices. *Food Nutr Bull* 1992;14:115-8.
20. Silva LS, Fuentesaz C, Amador M. Características de la introducción de alimentos al lactante en Cuba. *Bol Oficina Sanit Panam* 1993;114(5):407-15.
21. Silva LC, Valdéz-Lazo F, Amador M. Discontinuity indice: a tool for epidemiological studies on breastfeeding. *Int J Epidemiol* 1995; 24: 965-9.
22. Ferreira MU, Cardoso MA, Santos ALS, Ferreira CS, Szarfarc SC. Rapid assessment of breastfeeding data: probit analysis of current status data. *J Trop Pediatr* 1996a;42:50-3.
23. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied logistic regression*. New York: John Wiley and Sons; 1989.
24. Tabai KC, Carvalho JF, Salay E. Aleitamento materno e prática de desmame em duas comunidades rurais de Piracicaba – SP. *Rev Nutr* 1998; 11:117-24.
25. Souza SB. Anemia e alimentação no primeiro ano de vida. São Paulo;1994. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da USP].
26. Freeman V, van't Hof M, Haschke F. Patterns of milk and food intake in infants from birth to age 36 months: the Euro-growth study. *J Pediatric Gastroent Nutr* 2000, 31(S1): S76-85.
27. Monteiro CA, Szarfarc S. A alimentação. In: Monteiro C A. Saúde e nutrição das crianças de São Paulo: diagnóstico, contrastes sociais e tendências. São Paulo: HUCITEC/ EDUSP;1988.
28. Tudisco E, Marin P, Shrimpton R, Costa M, Donohue R. Alimentação de desmame em áreas periurbanas de quatro capitais brasileiras: resultados preliminares. *J Pediatr* 1988; 64:231-6.
29. Prado MS, Assis AMO, Freitas MCS, Silva RCR, Varjão ML. Padrão e seleção de alimentos complementares e sucedâneos do leite materno em comunidades rurais no semiárido baiano. *Rev Nutr PUECAMP* 1995;8:47-64.
30. Hop LT, Gross R, Glay T, Sastroamidjojo S, Schultink W, Lang NT. Premature complementary feeding is associated with poorer growth of vietnamese children. *J Nutr* 2000, 130(11):2683-90.
31. Notzon F. Trends in infant feeding in developing countries. *Pediatrics*, 1984; 74Suppl 2: 648-66.
32. Williams PL, Innis SM, Vogel AMP. Breastfeeding and weaning practices in Vancouver. *Can J Publ Health* 1996;87:231-6.
33. Greiner T. Sustained breastfeeding, complementation and care. *Food Nutr Bull* 1995;16:313-19.
34. Kleinman RE. American Academy of Pediatrics recommendations for complementary feeding. *Pediatrics* 2000; 106(5S pt 2):1274.
35. Ministério da Saúde. Portaria n° 34 de 13/01/98: Regulamento técnico referente à alimentação de transição para lactentes e crianças de primeira infância. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 16 jan. 1998.
36. Lessof MH. *Alergia e intolerancia a los alimentos*. Zaragoza: Acribia, 1996.
37. Gabriel A, Gabriel KR, Lawrence R. Cultural values and biomedical knowledge: choices in infant feeding. *Soc Sci Med* 1986; 23:501-9.
38. Péres Escamilla LLA. Patrones de la lactancia natural en la América Latina y el Caribe. *Bol Oficina Sanit Pan* 1993; 115: 185-93.
39. Brown, KH, Black RE, Romaña GL, Kanashiro HC. Infant feeding practices and their relationship with diarrheal and other diseases in Huascar (Lima), Peru. *Pediatrics* 1989;83:31-40.

Recibido: 02-08-2000

Aceptado: 29-03-2001

## Resistencia térmica de levaduras en jugo de naranja a diferentes concentraciones de sólidos solubles

Zoraida Medina de Salcedo, Betzabé Sulbarán de Ferrer, Alexis Ferrer Ocando y Graciela Ojeda de Rodríguez

Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. La Universidad del Zulia.  
Maracaibo. Venezuela

**RESUMEN.** Se estudió el tiempo de reducción decimal (D) de *Rhodotorula rubra* (*R. rubra*) y *Candida intermedia* (*C. intermedia*) a diferentes concentraciones de sólidos solubles 12, 36 y 52 °Brix, en jugo de naranja. Las temperaturas utilizadas fueron 63, 64, 65, 66 y 67 °C. Los D obtenidos siguiendo el método de tubo de Stumbo modificado, para *R. rubra* fueron desde un mínimo de 3.1 seg para 36 °Brix a 67°C hasta un máximo de 209 seg para 52 °Brix a 63°C. Para *C. intermedia*, el D mínimo obtenido fue 3,2 seg. a 12 °Brix a 64°C y el máximo D obtenido fue de 6 seg a 52 °Brix a 64°C. Se evidenció que a medida que aumenta la concentración de sólidos solubles aumenta la resistencia térmica de las levaduras estudiadas, presentando *R. rubra* la mayor resistencia térmica a 52 °Brix. *C. intermedia* es más osmotolerante que *R. rubra* pero más sensible al calor en altas concentraciones de azúcares.

**Palabras clave:** Tiempo de reducción decimal, sólidos solubles, levaduras, jugo de naranja.

**SUMMARY.** Thermal resistance of yeasts in orange juice at different concentrations of soluble solids. Thermal decimal reduction time (D) of *Rhodotorula rubra* (*R. rubra*) and *Candida intermedia* (*C. intermedia*) at 63, 64, 65, 66 and 67°C was studied, at soluble solids concentrations of 12, 36 and 52 °Brix in orange juice. Experiments were conducted according to Stumbo method. D values for *R. rubra* were obtained in a range of 3.1 s for D 67°C at 36 °Brix as a minimum to 209 s at 64°C and 52 °Brix as a maximum. For *C. intermedia*, the minimum D value was 3.2 s at 64°C and 12 °Brix and the maximum was 6 s at 64°C and 52 °Brix. It can be noticed that as the concentration of soluble solids increases, the thermal resistance of the yeasts increases. *R. rubra* exhibits its highest thermal resistance at 52 °Brix for all temperatures. *C. intermedia* shows more osmotolerancy than *R. rubra* but it is more sensitive to heat at high sugar concentrations.

**Key words:** Thermal death time, soluble solids, yeasts, orange juice.

### INTRODUCCION

Las bacterias ácido lácticas son la causa primaria del daño microbiológico durante el procesamiento del jugo de naranja, ya que algunas pueden sobrevivir fácilmente a cualquier tratamiento térmico actualmente aplicado al jugo de naranja (1). Las levaduras son consideradas un problema potencial de los jugos de naranja concentrados y jugos refrigerados, debido a su habilidad para sobrevivir y crecer bajo condiciones ambientales adversas.

Se ha demostrado que *C. intermedia* y *R. rubra* son levaduras capaces de resistir los procesos normales de pasteurización comercial, por lo que es muy probable que su alta incidencia en los jugos pasteurizados sea ocasionada por deficiencias en las combinaciones tiempo-temperatura (2). En naranjadas pasteurizadas venezolanas se han encontrado niveles hasta  $15 \times 10^4$  ufc/ml de levaduras (por encima de la Norma COVENIN), donde *R. rubra* y *C. intermedia* han sido las de mayor incidencia (3).

Con la determinación del tiempo de reducción decimal (D), se busca por vía experimental, las combinaciones de tiempo-temperatura apropiadas para la esterilización comercial que permita una mayor conservación del producto,

sin perjuicio de sus propiedades organolépticas ni de su composición química.

La supervivencia microbiana durante el proceso de esterilización por el calor depende, además de la temperatura alcanzada y de la duración del tratamiento, de la composición del alimento (4). Factores como la concentración de carbohidratos, lípidos y proteínas así como el contenido de humedad y el pH pueden afectar la sensibilidad de los microorganismos al calor. Los carbohidratos presentes en las naranjadas, sacarosa, glucosa y fructosa generalmente resultan en un incremento de la resistencia térmica (5). Otro métodos de inactivación con altas presiones aplicado a jugo de naranja han demostrado poca influencia del pH en la reducción decimal de ascosporas de levaduras (6).

Experimentos anteriores demostraron que *Rhodotorula rubra* es resistente a temperaturas de pasteurización en jugos con concentraciones de 42 y 58 °Brix, mientras que *Candida intermedia* no resistió la pasteurización a concentraciones de sólidos solubles entre 12 y 52 °Brix (2).

El objetivo de este trabajo es determinar la resistencia térmica de las levaduras *Candida intermedia* y *Rhodotorula rubra* en jugos de naranja a diferentes concentraciones de sólidos solubles: 12, 36 y 52 °Brix, en condiciones de estrés

térmico a 63, 64, 65, 66 y 67°C, para generar información basada en nuestra realidad para el diseño de procesos de pasteurización adecuados para la conservación de naranjadas y concentrados de jugo de naranja.

## MATERIALES Y METODOS

### Preparación de los cultivos madres de levaduras

Dos volúmenes de 30 ml de jugo extraído de naranjas de la variedad *Citrus sinensis*, maduras, sanas y limpias, fueron esterilizados en autoclave a 105°C por 15 minutos. Luego de enfriados a temperatura ambiente, se inocularon uno con una asada de *R. rubra* y el otro con una asada de *C. intermedia* (ambas cepas fueron aisladas de naranjadas pasteurizadas comerciales de la región zuliana, en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Zulia) y se incubaron a 28°C por un período de 48-72 horas hasta que el número de células alcanzó un valor entre 40 y 60 células por campo bajo el objetivo de 40X (2). Con estos cultivos se prepararon los inóculos iniciales para las pruebas de termoresistencia.

### Preparación de las muestras de jugo de naranja a diferentes °Brix

Se extrajeron jugos de varios lotes de naranjas en el estudio. A 300 ml de cada uno de los jugos extraídos se le determinó la densidad (7), la acidez titulable (8) y la concentración de sólidos solubles presentes (7) empleando un refractómetro (Abbe, Bausch & Lomb). Todos los jugos se ajustaron a un pH de 3,5 (3) con ácido cítrico. La concentración de sólidos solubles se ajustó a tres valores: 12, 36 y 52 °Brix (% p/p) agregando sacarosa, glucosa y fructosa en proporción 2:1:1. La Tabla 1 muestra la caracterización físicoquímica de las muestras de jugos. Los jugos se repartieron en fiolas de 250 ml, a una razón de 50 ml por fiola y se sometieron a un proceso de esterilización en autoclave a 105 °C durante 15 minutos.

Luego de esterilizados, los jugos a diferentes °Brix se enfriaron a temperatura ambiente y se sembraron con 2 ml de inóculo de *C. intermedia* o con 2 ml de inóculo de *R. rubra* por duplicado. Luego se incubaron a 28 °C de 48 a 72 horas.

### Determinación de la concentración de los inóculos iniciales

Se determinó la concentración de cada uno de los cultivos de levaduras a los diferentes °Brix. Se realizaron diluciones  $10^{-1}$  hasta  $10^{-5}$  con agua peptonada, tomándose 0,1 ml de inóculo y colocándose en 0,9 ml de agua peptonada. Cada dilución fue sembrada en 2 placas de agar malta y colocadas a 28°C durante 48 a 72 horas.

TABLA 1  
Caracterización físicoquímica de los substratos utilizados (jugo de naranja) para *R. rubra* y *C. intermedia* antes de ser inoculados

Levadura	°Brix (A estandarizar)	Acidez Titulable /100g	Densidad (g/ml)
<i>R. rubra</i>	12	2,24	1,05
	36	2,56	1,05
	52	1,59	1,04
<i>C. intermedia</i>	12	2,55	1,06
	36	2,55	1,06
	52	2,55	1,06

El pH se ajustó a 3,5 en todos los casos.

### Determinación de la resistencia térmica de *Candida intermedia* Y *Rhodotorula rubra*

Los experimentos para la determinación de la resistencia térmica se realizaron siguiendo la metodología modificada de tubos de Stumbo (9). Los tiempos y las temperaturas utilizadas en este ensayo son indicados en la Tabla 2, para tres valores de °Brix: 12, 36 y 52.

TABLA 2  
Condiciones experimentales para la determinación del tiempo de reducción decimal para *R. rubra* y *C. intermedia*

Levadura	Temperatura °C	12 °Brix (seg)	36 °Brix (seg)	52 °Brix (seg)
<i>R. rubra</i>	63	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	10,40,70,100,130
	64	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	10,40,70,100,130
	65	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	10,40,70,100,130
	66	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	5,10,20,30,40
	67	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	5,10,15,20,25
<i>C. intermedia</i>	63	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	2,4,10,12,14
	64	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	2,4,10,12,14
	65	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	2,4,10,12,14
	66	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	2,4,10,12,14
	67	2,4,6,8,10	2,4,6,8,10	2,4,10,12,14

**Para cada °Brix:** Se colocó asépticamente 1 ml de inóculo, (extraído del procedimiento anterior 3) en tubos de ensayos (13 x 100 mm, marca Kimax), estériles y con tapones de algodón. Para cada temperatura se utilizaron 10 tubos (2 por cada tiempo). Se utilizó un tubo como control de temperatura al cual se le introduce el termómetro para verificar que se ha alcanzado la temperatura deseada para determinar D.

El proceso se inició utilizando series de tres tubos; se calentaron en un baño de agua con agitación constante, a la temperatura y tiempo señalados. Luego de finalizado el período de calentamiento, los tubos se colocaron inmediatamente en agua fría a 5°C. Se descartó el tubo utilizado para control de la temperatura y se utilizaron los dos restantes para sembrar las placas.

Después del tratamiento térmico y enfriamiento de los tubos, se colocó 0,1 ml de cada uno en dos placas con agar malta, y se incubaron a 28°C durante 48-72 horas. Al final de este período se contó el número de colonias desarrolladas. Seguidamente se graficó en papel semilogarítmico el número de colonias visibles/ml contra el tiempo de calentamiento en segundos para cada temperatura de prueba.

Para cada uno de los microorganismos sometidos a estudio se determinaron las curvas de supervivencia (log del número de sobrevivientes en función del tiempo) y los valores D a cada temperatura, siguiendo los procedimientos señalados

en la literatura (4, 9- 12). Todas las curvas fueron ajustadas estadísticamente por el método de mínimos cuadrados, determinándose los coeficientes de correlación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las características de densidad y acidez titulable de los jugos de naranja para el momento del ajuste de los °Brix aparecen en la Tabla 1. Se observan valores muy similares entre los jugos.

### Determinación de la resistencia térmica de las levaduras estudiadas

Para el momento de la determinación del tiempo de reducción decimal (D) el jugo a ser procesado presentaba un buen crecimiento para ambas levaduras. En las Tablas 3 y 4 se presentan los contajes del crecimiento de las levaduras obtenidos después de 48 - 72 horas de incubación.

TABLA 3

Resultados obtenidos del contaje en la determinación de la resistencia térmica (D) en *R. rubra* (ufc/ml)

Sólidos solubles °Brix	Temperaturas utilizadas (°C)					Tiempo (seg)
	63	64	65	66	67	
12	9,00 E+2	1,00E+3	-	-	-	2
Inóculo inicial	3,10 E+2	3,80 E+2	-	-	-	4
2,60 E+7 ufc/ml	7,00 E+1	6,00 E+1	-	-	-	6
36	1,20 E+3	1,60 E+3	3,20 E+3	1,30 E+3	1,50 E+3	2
Inóculo inicial	9,00 E+2	7,20 E+2	+	3,00 E+2	4,20 E+2	4
2,40 E+7 ufc/ml	4,70 E+2	2,50 E+2	3,10 E+2	1,10 E+1	6,10 E+1	6
	9,00 E+1	6,10 E+1	+	4,20 E+1	2,00 E+1	8
	1,40 E+1	2,00 E+1	+	1,80 E+1	-	10
52				1,40 E+4	3,10 E+3	5
Inóculo inicial	5,60 E+4	3,00 E+4	1,10 E+4			10
1,50 E+5 ufc/ml	3,90 E+4	2,40 E+4	6,40 E+3	+	2,70 E+3	10
				+	1,30 E+3	15
	3,20 E+4	1,20 E+3	4,20 E+3		2,00 E+2	70
						20
				9,10 E+3		30
	2,00 E+4	1,30 E+4	7,50 E+2			100
				6,90 E+3	-	40
	1,50 E+4	8,10 E+1				130

- = no hubo crecimiento      + = muestra contaminada

TABLA 4  
Resultados obtenidos del conteo en la determinación de la resistencia térmica (D) en *C. intermedia* (ufc/ml)

Sólidos solubles °Brix	Temperaturas utilizadas (°C)					Tiempo (seg)
	63	64	65	66	67	
12	3,40 E+3	2,70 E+3	+	+	1,80E+2	2
Inóculo inicial	1,40 E+3	1,20 E+3	2,20 E+2	1,10 E+2	+	4
3,70 E+7	4,20 E+1	3,80 E+2	+	+	+	6
	8,00 E+1	5,00 E+1	3,50 E+1	1,80E+1	+	8
	1,30 E+1	1,00 E+1	-	-	-	10
36	3,20 E+3	2,60 E+3	3,00 E+3	3,00 E+2	2,50 E+2	2
Inóculo inicial	9,00 E+2	+	6,80 E+2	2,50 E+2	8,20 E+1	4
3,80 E+7	4,00 E+2	+	2,80 E+2	1,00 E+2	1,80 E+1	6
	1,50 E+2	1,30 E+2	1,50 E+2	2,50 E+1	1,00 E+1	8
52	4,70 E+1	5,00 E+1	4,50 E+1	-	-	10
Inóculo inicial	6,40 E+3	3,10 E+3	2,00 E+3	1,40 E+3	2,80 E+2	2
9,90 E+6	1,30 E+3	2,00 E+2	1,80 E+2	1,00 E+2	+	6
	6,50 E+1	4,50 E+1	3,50 E+1	2,50 E+1	1,60 E+1	10
	3,00 E+1	1,80 E+1	2,40 E+1	1,40 E+1	-	12
	1,50 E+1	1,00 E+1	1,10 E+1	-	-	14

- = no hubo crecimiento      + = muestra contaminada

En la Tabla 3 que reporta la supervivencia de *R. rubra* después del tratamiento térmico, se observa que dicho microorganismo en 12 °Brix resiste sólo las temperaturas de 63 y 64°C y en cortos tiempos (2, 4 y 6 seg). El mínimo conteo se observa a 63 °C durante 8 segundos. Es decir, a esta concentración de sólidos solubles *R. rubra* no es capaz de sobrevivir cuando se expone a 65°C a cualquier tiempo. Para 36 °Brix la levadura sobrevive a todas las temperaturas utilizadas, indicando una ligera protección, los niveles de *R. rubra* a 6 segundos son superiores que a 12 °Brix al mismo tiempo. A 52 °Brix puede notarse que *R. rubra* resiste mejor las bajas temperaturas que las temperaturas altas (66 y 67°C) donde los conteos disminuyen a mayor temperatura de exposición. Sin embargo, se puede notar que a pesar de la variabilidad de los tiempos utilizados para 52 °Brix, el conteo se mantiene aproximadamente en el mismo orden. Se observa una protección franca de los sólidos solubles a las levaduras ya que a esta concentración se deben aumentar sensiblemente los tiempos de calentamiento para conseguir disminuir los conteos de las levaduras. Con relación a los conteos en la suspensión inicial, para 52 °Brix, el resultado fue de 1,5 E+5, valor inferior a los encontrados para 12 y 36 °Brix; esto nos indica que las altas concentraciones de sólidos solubles (una reducida actividad de agua) dificulta el crecimiento normal de *R. rubra*; los conteos a 12 y 36 °Brix fueron muy cercanos.

En la Tabla 4 se reporta el conteo de *C. intermedia* después del tratamiento térmico; se observa que el conteo

de células viables va disminuyendo a medida que aumenta la temperatura y el tiempo de exposición. Tanto en 12 como en 36 °Brix el conteo mínimo se obtuvo a 66°C durante 10 segundos. Para 52 °Brix los tiempos de exposición se aumentaron levemente obteniendo un mínimo conteo a 67°C durante 12 segundos y a 66°C durante 14 segundos. Por otra parte se observa que a 52 °Brix el inóculo inicial experimentó una disminución en su valor con respecto al conteo de los inóculos de 12 y 36 °Brix, similar a *R. rubra*. También se evidencia que a 52 °Brix hay una leve protección del microorganismo a la temperatura ya que se aumenta el tiempo, con respecto a 12 y 36 °Brix, para conseguir una disminución del crecimiento. Es decir, para 12 y 36 °Brix el conteo mínimo se obtuvo a 66°C durante 10 segundos.

Cuando se comparan la Tablas 3 y 4 para 12 °Brix se observa mayor resistencia térmica de *C. intermedia* que logra sobrevivir hasta 67°C, mientras que *R. rubra* sólo resiste hasta 64°C. A 36 °Brix no se pueden detectar diferencias apreciables en la resistencia térmica de las levaduras: Para 52 °Brix se hace evidente el incremento de la resistencia térmica de *R. rubra*, necesitando ensayos hasta un máximo de 130 seg con altos niveles, mientras que *C. intermedia* presenta caídas muy bruscas de sus niveles en tiempos de 14 seg como máximo. Por otra parte, se observa que el conteo de los inóculos iniciales para *C. intermedia* son mayores que para *R. rubra* en todas las concentraciones de sólidos solubles, siendo mayor la diferencia para 52 °Brix, lo que

supone una mayor resistencia de *C. intermedia* a altas concentraciones de sólidos solubles; es decir, es más osmotolerante pero más sensible al calor en estas condiciones.

Estos resultados concuerdan con los reportados en la literatura (13) donde se demuestra, que en cepas de algunas levaduras expuestas a concentraciones de 50% de azúcar, la resistencia al calor de dichas cepas fue mayor a 30 °Brix que a 12 °Brix. Las levaduras se destruían completamente a 12 °Brix aunque la reducción no fue superior de 0,8 log con respecto a las cepas crecidas a 50 °Brix, tal como se observa en este estudio.

Trabajos realizados en bacterias, mohos y levaduras (12) demuestran que un gran número de proteínas y genes están involucrados en la supervivencia y adaptación a las altas temperaturas. Por otra parte, se reporta la acumulación de trehalosa en levaduras y otros organismos, como un posible protector al calor y la desecación (14, 15). Poco es conocido acerca de la genética y biología molecular de la respuesta al estrés osmótico en microorganismos eucarióticos (16), pero si se conoce un fenómeno fisiológico que se correlaciona con el estrés osmótico, como es la síntesis en las células de solutos compatibles parecidos al glicerol u otros polioles que son los que posiblemente contrarrestan la baja actividad de agua (aw) del medio proporcionando protección a los microorganismos (16, 17).

Los resultados correspondientes a las curvas de tasa letal de las temperaturas estudiadas (63, 64, 65, 66 y 67°C) tanto para *R. rubra* como para *C. intermedia* se presentan en las Tablas 5 y 6. En ambos casos se indican los valores D obtenidos a cada temperatura, la ordenada en el origen, la pendiente y el coeficiente de correlación lineal obtenidos a partir de los datos experimentales, al representar el logaritmo del número de sobrevivientes en función del tiempo de calentamiento.

Al analizar la Tabla 5 donde se señalan los valores D obtenidos para *R. rubra* se observa que los D para 63, 64, 66 a 36 °Brix son muy similares o ligeramente mayores que los D obtenidos para 12 °Brix, lo que indica una ligera resistencia térmica de la levadura a 36 °Brix. Es importante destacar que los valores de la resistencia térmica para 63, 64 y 66°C son similares entre ellos, por lo tanto en este intervalo de temperatura no se pueden detectar cambios drásticos. Cuando se analizan los D para 52 °Brix, se observan valores mayores, por ejemplo, 40 veces mayores que para 12 y 36 °Brix a 63 °C, que demuestran el gran efecto protector a 52 °Brix.

TABLA 5  
Valores de D para *R. rubra* en jugo de naranja  
a 12, 36 y 52 °Brix.

Sólidos solubles (°Brix)	Temperatura (°C)	D (seg)	Ordenada en el origen	Pendiente	Coficiente de correlación
12	63	3,6	3,5 E+3	-0,277	-0,98
	64	3,3	4,7 E+3	-0,300	-0,99
	65	-	-	-	-
	66	-	-	-	-
	67	-	-	-	-
36	63	4,1	1,0 E+4	-0,244	-0,98
	64	4,1	5,9 E+3	-0,243	-0,99
	65	-	-	-	-
	66	4,0	3,5 E+3	-0,245	-0,99
	67	3,1	6,8 E+3	-0,320	-0,99
52	63	209	6,3 E+4	-0,0048	-0,99
	64	200	3,3 E+4	-0,0049	-0,96
	65	144	1,3 E+4	-0,0069	-0,96
	66	-	-	-	-
	67	13	7,1 E+3	-0,0470	-0,95

- = no hubo crecimiento o solo hubo crecimiento en dos puntos

TABLA 6  
Valores de D para *C. intermedia* en jugo de naranja  
a 12, 36 y 52 °Brix

Sólidos solubles (°Brix)	Temperatura (°C)	D (seg)	Ordenada en el origen	Pendiente	Coficiente de correlación
12	63	3,3	1,90 E+4	-0,300	-0,99
	64	3,2	1,70 E+4	-0,312	-0,98
	65	-	-	-	-
	66	-	-	-	-
	67	-	-	-	-
36	63	4,5	8,22 E+3	-0,222	-0,99
	64	-	-	-	-
	65	4,2	6,43 E+3	-0,215	-0,99
	66	4,0	2,70 E+3	-0,250	-0,99
	67	3,5	9,90 E+2	-0,285	-0,99
52	63	-	-	-	-
	64	6,	1,90 E+3	-0,165	-0,99
	65	5,4	3,30 E+3	-0,180	-0,98
	66	5,1	2,50 E+3	-0,197	-0,98
	67	-	-	-	-

- = no hubo crecimiento o solo hubo crecimiento en dos puntos

Al analizar la Tabla 6 de *C. intermedia* se observa que los valores D van aumentando a medida que aumenta la concentración de sólidos solubles y a su vez disminuye con el aumento de la temperatura para cada °Brix. Los valores D son ligeramente mayores para 52 °Brix si se compara con los valores D para 12 y 36 °Brix, evidenciándose con ello que existe un ligero aumento de la resistencia térmica de la levadura a 52 °Brix.

Si se comparan los D de *C. intermedia* con los obtenidos en *R. rubra* se observa que ambas levaduras tienen comportamientos térmicos similares a 12 y 36 °Brix a las mismas temperaturas. Cuando se comparan los valores D obtenidos en 52 °Brix en ambas levaduras se evidencia que *C. intermedia* es más sensible al tratamiento térmico a las condiciones utilizadas que *R. rubra*, ya que los D de esta última son mucho mayores, es decir, se necesita mayor tiempo en *R. rubra* para que ocurra una reducción del 90 % de la población inicial, lo que demuestra que *R. rubra* presenta una resistencia térmica superior que *C. intermedia* cuando se encuentra en altas concentraciones de sólidos solubles.

Los resultados sugieren que los altos contajes de *R. rubra* y *C. intermedia* encontrados en las naranjadas pasteurizadas venezolanas, mayores de  $10^4$  ufc/ml (3), se deben al contenido de levaduras sobrevivientes en los concentrados pasteurizados utilizados para preparar dichas naranjadas y/o a la supervivencia de las levaduras remanentes a las condiciones de pasteurización de las naranjadas. En este sentido, la primera condición favorece a *R. rubra* por su elevada resistencia al calor en altas concentraciones de azúcares, mientras que la segunda favorece a *C. intermedia* por su relativamente elevada resistencia al calor en concentraciones bajas de azúcares. Como *R. rubra* es la levadura de mayor incidencia, la primera condición pareciera predominar.

### CONCLUSIONES

A medida que aumenta la concentración de sólidos solubles aumenta la resistencia térmica de las levaduras estudiadas.

Los D obtenidos para *R. rubra* presentan un valor mínimo de  $D_{67^\circ\text{C}}$  a 36 °Brix hasta un máximo de  $D_{63^\circ\text{C}}$  a 52 °Brix, siendo éste último 40 veces mayor a los encontrados para concentraciones de sólidos solubles menores. *R. rubra* presenta la mayor resistencia térmica a 52 °Brix.

Los D obtenidos para *C. intermedia* presentan un valor mínimo de  $D_{64^\circ\text{C}}$  para 12 °Brix y un valor máximo de  $D_{64^\circ\text{C}}$  a 52 °Brix. *C. intermedia* es más osmotolerante que *R. rubra*, pero más sensible al calor en altas concentraciones de azúcares.

Los resultados de este trabajo son útiles para el diseño de procesos de pasteurización de concentrados de jugos con altas concentraciones de sólidos solubles.

### REFERENCIAS

1. Palop A, Alvarez I, Raso J, Condon S. Heat resistance of *Alicyclobacillus acidocaldarius* in water, various buffers, and orange juice. *J Food Prot.* 2000;63(10):1377-1380.
2. Delgado SL. Efecto de los sólidos solubles en la resistencia térmica de las levaduras presentes en el jugo de naranja pasteurizado en varias etapas de concentración. Trabajo Especial de Grado. Facultad Experimental de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. 1988.
3. Guerra I. Evaluación de la calidad microbiológica de las naranjadas pasteurizadas. Trabajo Especial de Grado. Facultad Experimental de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. 1988.
4. Fennema O. *Physical Principles of Food Preservation.* M. Dekker ed. New York. 1975;199-202.
5. Nover L. Heat-shock response. CRC Press. Boca Ratón. Florida. USA. 1991.
6. Zook C, Parish M, Braddock R, Balaban M. High pressure inactivation kinetics of *Saccharomyces cerevisiae* ascospores in orange and apple juices. *J Food Sci.* 1999;64(3):533-535.
7. A.O.A.C. Asociación of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis.* 13<sup>th</sup> Edition. Washington, D.C. 1980;17-38.
8. Juven BJ, Conner J. Influence of orange juice composition on the thermal resistance of spoilage yeast. *J Food Sci.* 1975;43: 1074-1080.
9. Stumbo CR. *Thermobacteriology in food processing.* 2<sup>th</sup> Edition. Academic Press. New York and London. 1973; 88-90.
10. Frazier WC and Westhoff DC. *Microbiología de los Alimentos.* 3era Edición española. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1985.
11. I.C.M.S.F. International Commission on Microbiological Specifications for foods. Volumen I. Zaragoza. España. 1980;75-78.
12. Nash CH and Grant DW. Thermal stability of ribosomes from a psychrophilic yeast, *Candida nivalis*. *Can J Microbiol.* 1969;15: 1116-1118.
13. Jay JM. *Modern Food Microbiology.* 4th Edition. Chapman & Hall ed. New York. 1992;336-342.
14. Kefford JF and Chandler BV. The chemical constituents of citrus fruits. Academic Press. New York. 1970; 24-30.
15. Sulbarán de Ferrer B, Trávez D, Ferrer A, Ojeda de Rodríguez G, Nava R. Effect of sugar concentration and pasteurization on survival of *Rhodotorula rubra* and *Candida intermedia* in orange juice. *Rev Fac Agron. (LUZ),* 1998;15(3):256-261.
16. Blomberg A and Adler L. Physiology of osmotolerance in fungi. *Adv Microbiol.* 1992;33: 145-212.
17. Brown AD. Compatible solutes and extreme water stress in eukaryotic micro-organisms. *Adv Microbiol Pysiol.* 1978;17: 181-242.

Recibido:10-07-2000

Aceptado: 19-02-2001

## Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo L*) mínimamente procesado por impregnación al vacío

Félix Rafael Millán Trujillo, Sonia López Plá, Valentín Roa Tavera, María Soledad Tapia, Rita Cava

Universidad Simón Bolívar, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela

**RESUMEN.** Con el propósito de diseñar un esquema de procesamiento mínimo para el melón, se redujo la actividad de agua de la fruta hasta 0,976 mediante pulso de vacío y deshidratación osmótica, y se estableció la combinación de preservativos antimicrobianos (100 ppm de sulfito de sodio, 600 ppm de sorbato de potasio, 0,5% de ácido L-ascórbico y 1% de ácido cítrico), mediante un diseño multifactorial  $2^k$  ( $p < 0,05$ ), que minimizaron los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras. En una segunda etapa experimental, se probaron las condiciones previamente mencionadas, en conjunto con la aplicación de escaldado con vapor saturado a  $98^{\circ}\text{C}/3$  min y almacenamiento del producto en tres tipos de atmósferas modificadas (6%  $\text{O}_2$ -6%  $\text{CO}_2$ , 5%  $\text{O}_2$  - 10%  $\text{CO}_2$  y aire atmosférico), obteniéndose que la aplicación de los agentes antimicrobianos, en conjunto con el escaldado previo de la fruta y la utilización del aire atmosférico en empaques de alta barrera (30  $\mu$  nylon), contribuyó a extender la vida útil del melón mínimamente procesado durante 14 días, en base a los recuentos de aerobios mesófilos, psicrotrofos, bacterias ácido lácticas, enterobacterias, mohos y levaduras y a los atributos sensoriales color, olor, sabor y textura.

**Palabras clave:** Melón, fruta, procesamiento mínimo, tecnología de obstáculos, métodos combinados.

**SUMMARY.** Microbiological stability study of minimally processed cantaloupe (*Cucumis melo L*) by vacuum impregnation. In order to design a minimal process for cantaloupe, the water activity of the fruit was reduced until 0,976 through vacuum osmotic dehydration and the optimum combination of microbial preservatives (100 ppm sodium sulfite, 600 ppm potassium sorbate, 0,5 % L-ascorbic acid and 1% citric acid), that contributed to minimize ( $p < 0,05$ ), the content of aerobic mesophilic bacteria, molds and yeast, was determined through a  $2^k$  multifactorial design. In the second experimental stage, the conditions previously mentioned were tested together with the application of fruit's blanching ( $98^{\circ}\text{C}/3$  min) with saturated steam and product storage in three different modified atmospheres (6%  $\text{O}_2$  - 6%  $\text{CO}_2$ , 5%  $\text{O}_2$  - 10%  $\text{CO}_2$  and atmospheric air). In such sense, the application of microbial preservatives together with fruit's blanching and atmospheric air in high barrier packages (30  $\mu$  nylon) contributed to extend the shelf life of the cantaloupe minimally processed during 14 days on the basis of aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, acid lactic bacteria, enterobacteria, molds, yeast and the sensory attributes color, odour, taste and texture.

**Key words:** Cantaloupe, fruit, minimal processing, hurdle technology, combined methods.

### INTRODUCCION

En el mercado actual es cada día mayor la tendencia de los consumidores, a adquirir alimentos con características sensoriales que reflejen una mínima intervención de procesos industriales, muy especialmente cuando el alimento comercializado es una fruta o un vegetal. En respuesta a dicha demanda, se han desarrollado un conjunto de procedimientos o técnicas de conservación de alimentos conocidas como tecnología de obstáculos, la cual se fundamenta en la combinación de distintas técnicas de conservación, a diferencia de las tecnologías convencionales en las cuales la conservación del alimento se basa muchas veces en una sola técnica aplicada drásticamente.

A su vez, la tecnología de obstáculos, en respuesta a la demanda de alimentos frescos, se ha refinado cada vez mas para dar origen al procesamiento mínimo de alimentos,

mediante el cual se incorporan un conjunto de operaciones unitarias que tienen como objetivo extender la vida comercial del producto manteniendo las características sensoriales de la materia prima (1).

La posibilidad de desarrollar esquemas de procesamiento mínimo de frutas, que permitan generar productos con características sensoriales similares a la materia prima de origen y al mismo tiempo obtener una vida comercial razonable del producto, plantea hoy en día amplias perspectivas de aplicación industrial en la fabricación de materias primas pre-procesadas, para su posterior suministro a la industria procesadora de frutas y a la industria relacionada con los servicios de alimentación institucionalizados.

En tal sentido, uno de los mayores retos que enfrenta el procesamiento mínimo de alimentos es el poder combinar adecuadamente distintos factores de preservación a fin de generar productos inocuos, pero que al mismo tiempo

garanticen las características sensoriales de frescura que desea el consumidor.

Tomando en cuenta las consideraciones hechas con anterioridad y con el interés de proponer nuevas alternativas para el uso de una fruta tropical de gran aceptación sensorial como el melón, el propósito del presente trabajo se fundamentó en el diseño de un esquema tecnológico para el procesamiento mínimo del melón por impregnación al vacío, basado en la depresión de su actividad de agua y en la incorporación de aditivos antimicrobianos.

## MATERIALES Y METODOS

### Caracterización de la materia prima

**Caracterización físico – química.** Se seleccionaron catorce melones de un local comercial de la ciudad de Caracas en base a la similitud de forma, tamaño y ausencia de lesiones externas. Los melones seleccionados se dividieron aleatoriamente en dos lotes de siete melones cada uno. Mediante la utilización de un cuchillo estéril, cada melón se peló y cortó en cubos de tamaño aproximadamente uniforme. A partir de cada lote se tomó un sub-lote compuesto por catorce cubos de melón seleccionados aleatoriamente, los cuales se homogeneizaron en una licuadora Oster durante tres minutos, luego de los cuales se procedió a la determinación por triplicado de los sólidos solubles por refractometría, mediante un refractómetro Abbe, pH mediante un potenciómetro Coleman modelo 39 previamente calibrado y actividad de agua por psicrometría utilizando el equipo DECAGON CX - 2.

**Caracterización microbiológica.** A partir de cada lote se tomaron sendas muestras aleatorias de 25 g. cada una y se colocaron en bolsas de polietileno para su posterior mezcla y homogeneización con 225 ml. de agua peptonada al 0,1% y pH 7, a fin de obtener una dilución  $10^{-1}$ , a partir de la cual se efectuaron diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . De cada dilución, se sembró 1 ml por profundidad en agar para recuento estándar (Oxoid) y las placas se incubaron a 35°C por 24 - 48 horas para el recuento de aerobios mesófilos. Se procedió de igual forma para el recuento de aerobios psicotrofos, pero las placas se incubaron a 7°C durante 7 días.

Se procedió a inocular 1 ml por profundidad de cada dilución en agar Mc Conkey glucosado (BBL) y se incubaron las placas a 37°C durante 24 - 48 horas para el recuento de enterobacterias. De igual forma, se inocularon placas con agar DeMan-Rogosa-Sharpe (Merk) y agar Papa-Dextrosa (BBL) acidificado con ácido tartárico y se incubaron a 35°C por 48 horas y a 25°C por 5 días respectivamente, para la enumeración de bacterias ácido lácticas y recuento total de mohos y levaduras.

### Determinación del mínimo valor de actividad de agua.

Se seleccionaron siete melones, los cuales fueron lavados y cortados en cubos. Luego, se procedió a seleccionar aleatoriamente cuatro muestras conformadas por 26 cubos de melón, a partir de las cuales se desarrollaron cuatro tratamientos. Tratamiento (1): inmersión en solución de sacarosa de 65° Brix y aplicación de un pulso único de vacío de 460 mmHg por 10 min. Tratamiento (2): Inmersión en solución de sacarosa de 65°Brix, aplicación de un pulso único de vacío de 460 mmHg por 10 min., y mantenimiento de la fruta en la solución durante 60 min., 90 min., (tratamiento 3) y 120 min., (tratamiento 4). Finalmente se realizó una prueba de aceptación de consumidores a través de una escala hedónica de nueve puntos (1 = me disgusta extremadamente y 9 = me gusta extremadamente), a fin de determinar el tratamiento que genera una depresión de la actividad de agua de la fruta, manteniendo las características sensoriales de la fruta no procesada.

### Determinación de los límites máximos de preservativos.

Para la determinación de los límites máximos de preservativos, se seleccionaron seis melones del mercado nacional y se procedió a lavarlos y cortarlos en cubos. Posteriormente, se seleccionó en forma aleatoria cuatro muestras de cuarenta cubos cada una, las cuales se dividieron a su vez en cinco sub-muestras conformadas por seis cubos cada una. Las mismas se sumergieron en soluciones de sacarosa de 65°Brix con diferentes concentraciones de los preservativos sulfito de sodio (0 ppm, 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm y 125 ppm), sorbato de potasio (0 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm y 800 ppm), ácido cítrico (0%, 0,5%, 0,75%, 1% y 1,25%) y ácido L-ascórbico (0%, 0,5%, 0,75%, 1% y 1,25%). Finalmente se realizó una prueba de aceptación de consumidores mediante una escala hedónica de nueve puntos (1 = me disgusta extremadamente y 9 = me gusta extremadamente), a fin de establecer la concentración máxima de preservativos que permitiera conservar las características sensoriales de la fruta procesada, similares a la fruta fresca.

### Desarrollo del melón mínimamente procesado

**Primera etapa de desarrollo.** Los melones, obtenidos de un establecimiento comercial, fueron seleccionados bajo el criterio de uniformidad de tamaño, forma, textura y color externo. Luego, se trasladaron al Laboratorio de Desarrollo de Productos de la Universidad Simón Bolívar en donde se lavaron manualmente y se sumergieron en una solución con 300 ppm de hipoclorito de sodio. Posteriormente, se cortaron en mitades y se procedió a eliminar la concha y semillas, luego de lo cual se troceó la pulpa en cubos de aproximadamente 2,5 cm<sup>2</sup>, los cuales se sumergieron en una

solución de sacarosa de 65° Brix con las distintas concentraciones de preservativos antimicrobianos consideradas en un diseño estadístico 2<sup>k</sup> con 5 puntos centrales y un control (Tabla 1), en donde se consideró para la selección del nivel máximo de cada preservativo, los resultados obtenidos en la etapa precedente. Posteriormente, se aplicó un pulso único de vacío de 461 mmHg durante 10 minutos, tomando en consideración los resultados encontrados en la etapa de determinación del valor mínimo de actividad de agua de la fruta. La fruta tratada se empacó en bolsas plásticas y se almacenó a 5°C. Finalmente, se determinó por triplicado, el recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras de acuerdo a la metodología desarrollada en la etapa de caracterización de la materia prima para los días 0, 4, 8, 12 y 16 de almacenamiento para cada tratamiento contemplado en el diseño experimental.

TABLA 1

Diseño multifactorial 2<sup>k</sup> para la selección de la combinación óptima de preservativos antimicrobianos a ser incorporados en el melón

Tratamientos	Preservativos antimicrobianos			Sorbato de potasio (ppm)
	Sulfito de sodio (ppm)	Ácido cítrico (%)	Ácido ascórbico (%)	
	A	B	C	D
1	50	0,5	0,5	200
2	100	0,5	0,5	200
3	50	1	0,5	200
4	100	1	0,5	200
5	0,5	0,5	1	200
6	100	0,5	1	200
7	5	1	1	200
8	100	1	1	200
9	50	0,5	0,5	600
10	100	0,5	0,5	600
11	50	1	0,5	600
12	100	1	0,5	600
13	50	0,5	1	600
14	100	0,5	1	600
15	50	1	1	600
16	100	1	1	600
17	75	0,75	0,75	400
18	0	0	0	0

**Segunda etapa de desarrollo.** A partir del tratamiento que minimizó el crecimiento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en la etapa precedente, se desarrolló un nuevo diseño experimental para evaluar el efecto del escaldado con vapor saturado a 98°C por 3 min., previo al proceso de impregnación, así como el efecto del material de empaque utilizado (empaque de alta barrera Plastobarr N 80, constituido por dos capas de polietileno de alta densidad de 25 µ de espesor cada una y una película de poliamida de 30

µ de espesor y empaque de baja barrera, compuesto por una película de polipropileno de alta densidad biorientado de 20 µ de espesor y una película de polipropileno no biorientado de 35 µ de espesor, obtenidas de la compañía Minibag, C. A). Durante la operación de empacado se evaluó el efecto de tres tipos de atmósfera (6% de CO<sub>2</sub> - 6% de O<sub>2</sub>, 10% de CO<sub>2</sub> y 5% de O<sub>2</sub> y atmósfera corriente), empleando para ello una cámara al vacío marca AGA, modelo PAK 12P. (Tabla 2). Finalmente, las muestras procesadas y empacadas en distintas atmósferas y materiales de empaque se almacenaron a 5°C durante 16 días, determinándose por triplicado el recuento de aerobios mesófilos mohos y levaduras a los 4, 8, 12 y 16 días y efectuándose pruebas de aceptación de consumidores en base a una escala hedónica bimodal de nueve puntos durante los días 2, 8 y 16 de almacenamiento.

TABLA 2

Diseño multifactorial desarrollado para evaluar el efecto del escaldado, atmósfera modificada y material de empaque en la estabilidad del melón mínimamente procesado

Tipo de empaque	Composición gaseosa de las atmósferas					
	6% CO <sub>2</sub>	10% CO <sub>2</sub>	Normal	6% CO <sub>2</sub>	10% CO <sub>2</sub>	Normal
	6% O <sub>2</sub>	5% O <sub>2</sub>		6% O <sub>2</sub>	5% O <sub>2</sub>	
	Con escaldado			Sin escaldado		
Alta						
Barrera	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
Baja						
Barrera	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>

T<sub>i</sub> : Tratamientos

**Estabilidad microbiológica del melón.** Una vez seleccionada la concentración óptima de los preservativos así como el material de empaque y la atmósfera a utilizar, se procedió a evaluar la estabilidad del producto final durante dieciséis días a través del recuento de aerobios mesófilos, aerobios psicrotrofos, enterobacterias, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras, mediante la metodología descrita en la etapa de caracterización de la materia prima. Además, se realizó un estudio de aceptación de consumidores mediante escala hedónica de nueve puntos, durante los días 2, 8, 14 y 16 de almacenamiento, a través de la evaluación de los atributos sensoriales color, olor, sabor y textura.

**Análisis estadístico.** El análisis estadístico de los datos se realizó a través del análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples de Duncan, utilizando para ello una nivel de confianza del 95%. Los cálculos correspondientes se efectuaron con el programa estadístico SPSS para Windows en su versión 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis físico-químico y microbiológico de la materia prima, permite considerar al melón como una fruta de alta humedad ( $a_w = 0,985 \pm 0,04$ ,  $n = 3$ ), y de baja acidez ( $pH = 6,55 \pm 0,05$ ,  $n = 3$ ). Estas condiciones, aunadas al aporte nutricional de la fruta, la caracterizan como un buen sustrato para el crecimiento microbiano.

En tal sentido, los análisis microbiológicos realizados a la fruta fresca, mostraron concentraciones en el orden de  $10^3$  ufc/g para aerobios mesófilos, bacterias ácido lácticas y levaduras, y concentraciones de  $10^2$  ufc/g para enterobacterias y aerobios psicrotrofos. Los recuentos microbiológicos anteriormente mencionados, pueden considerarse como una carga microbiana relativamente baja si se toma en cuenta que el melón proviene de una planta rastrera y que por lo tanto se encuentra en contacto con el suelo, en donde las poblaciones microbianas son elevadas.

Es importante destacar que los recuentos microbiológicos en frutas pueden ubicarse en concentraciones alrededor de  $10^7$  ufc/g, si no se aplican adecuadas prácticas de manejo post-cosecha (2), y en el caso de la presente investigación, prácticas de manufactura que contribuyan a minimizar el crecimiento microbiano.

En la selección del valor mínimo de actividad de agua que permitiera conservar las características sensoriales de la materia prima y al mismo tiempo disminuir la cantidad de agua libre en el producto, se seleccionó el tratamiento de inmersión de los cubos de melón en una solución de sacarosa con 65°Brix y la aplicación de un pulso único de vacío de 460 mmHg durante 10 minutos, seguido por una deshidratación osmótica de la fruta durante 90 minutos, ya que no se observó una evidencia estadística ( $p > 0,05$ ), que indicara una diferencia en cuanto a los atributos sensoriales color, olor, sabor y textura, entre la fruta fresca y procesada bajo las condiciones anteriormente mencionadas.

Dado que en el concepto de alimentos mínimamente procesados se establece que el producto final debe ser lo más parecido posible a la materia prima que le dio origen (3), fue necesario evaluar la concentración máxima permitida de agentes antimicrobianos, en base a criterios sensoriales, antes de proceder al estudio de optimización. En tal sentido, la utilización de concentraciones máximas de 600 ppm de sorbato de potasio, 100 ppm de sulfito de sodio, 1% de ácido ascórbico y 1% de ácido cítrico, permitió conservar los atributos sensoriales sabor y olor, similares a la fruta no procesada ( $p > 0,05$ ), y se utilizaron como base para establecer el nivel máximo de preservativos considerados en el desarrollo del diseño  $2^k$  (Tabla 1).

Para el estudio de la combinación óptima de preservativos a ser incorporados a la fruta, se consideraron los recuentos de aerobios mesófilos por ser microorganismos indicadores

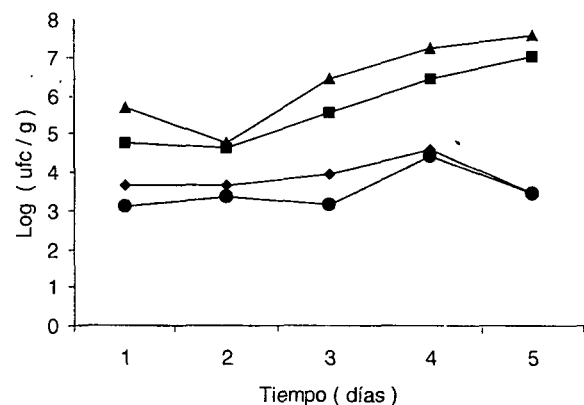
de la posible presencia de patógenos en el producto y porque internacionalmente, en países como Francia, se ha elaborado una legislación para alimentos mínimamente procesados que establece recuentos máximos entre  $10^5$  y  $10^7$  ufc/g en los productos, al momento de cumplirse la fecha de vencimiento (4). Por otra parte, se consideraron los recuentos de mohos y levaduras por cuanto son microorganismos indicadores del deterioro de frutas y vegetales (5).

En la Tabla 3 se observan los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras para los distintos tratamientos considerados en el diseño  $2^k$  y para los distintos periodos de tiempo estudiados. En tal sentido, al final de los 16 días de almacenamiento, se obtuvieron recuentos entre  $10^3$  y  $10^7$  ufc/g para aerobios mesófilos, mohos y levaduras, observándose, a través del análisis de varianza, una evidencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), de diferencias entre las distintas concentraciones de agentes antimicrobianos utilizados y su efecto en los microorganismos anteriormente mencionados.

Así, mediante la utilización de los agentes antimicrobianos en el orden de 600 ppm de sorbato de potasio, 100 ppm de sulfito de sodio, 1% de ácido cítrico y 0,5% de ácido L-ascórbico, se logró minimizar los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras durante el almacenamiento de la fruta y mantener los recuentos de dichos microorganismos dentro del rango establecido por la legislación internacional, al extender la fase de latencia durante el periodo estudiado y retardar así el periodo de crecimiento exponencial (Figura 1).

FIGURA 1

Recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en función del tiempo, para el melón procesado con las concentraciones óptimas de preservativos antimicrobianos establecidas en la primera etapa experimental



- ▲ Recuento de aerobios mesófilos en la fruta fresca
- Recuento de mohos y levaduras en la fruta fresca
- ◆ Recuento de aerobios mesófilos en la fruta procesada
- Recuento de mohos y levaduras en la fruta procesada

TABLE 3  
 Recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras obtenidos en la etapa de optimización del uso de preservativos antimicrobianos

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento ( días )									
	0		4		8		12		16	
	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos y levaduras (ufc/g)	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos y levaduras (ufc/g)	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos y levaduras (ufc/g)	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos y levaduras (ufc/g)	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos y levaduras (ufc/g)
1	9,30x10 <sup>3</sup>	2,35x10 <sup>3</sup>	1,51x10 <sup>5</sup>	2,32x10 <sup>3</sup>	7,53x10 <sup>5</sup>	8,00x10 <sup>3</sup>	4,35x10 <sup>3</sup>	4,00x10 <sup>3</sup>	2,12x10 <sup>4</sup>	1,45x10 <sup>3</sup>
2	1,45x10 <sup>4</sup>	7,60x10 <sup>3</sup>	1,80x10 <sup>4</sup>	6,35x10 <sup>3</sup>	1,90x10 <sup>4</sup>	6,90x10 <sup>3</sup>	7,45x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>3</sup>	1,63x10 <sup>5</sup>	7,35x10 <sup>4</sup>
3	1,92x10 <sup>4</sup>	7,25x10 <sup>3</sup>	7,50x10 <sup>3</sup>	1,30x10 <sup>4</sup>	3,95x10 <sup>5</sup>	1,29x10 <sup>5</sup>	4,55x10 <sup>5</sup>	4,55x10 <sup>5</sup>	3,21x10 <sup>6</sup>	3,07x10 <sup>6</sup>
4	6,10x10 <sup>3</sup>	2,15x10 <sup>3</sup>	3,50x10 <sup>4</sup>	1,65x10 <sup>3</sup>	5,00x10 <sup>3</sup>	2,50x10 <sup>3</sup>	4,10x10 <sup>3</sup>	3,75x10 <sup>3</sup>	3,46x10 <sup>5</sup>	2,90x10 <sup>4</sup>
5	3,20x10 <sup>3</sup>	2,70x10 <sup>3</sup>	5,00x10 <sup>3</sup>	1,15x10 <sup>3</sup>	1,50x10 <sup>3</sup>	1,15x10 <sup>3</sup>	2,45x10 <sup>5</sup>	2,30x10 <sup>3</sup>	4,20x10 <sup>5</sup>	8,70x10 <sup>4</sup>
6	2,50x10 <sup>4</sup>	9,30x10 <sup>3</sup>	2,05x10 <sup>4</sup>	8,50x10 <sup>3</sup>	6,45x10 <sup>4</sup>	1,96x10 <sup>4</sup>	7,40x10 <sup>4</sup>	1,40x10 <sup>4</sup>	7,15x10 <sup>5</sup>	6,70x10 <sup>5</sup>
7	7,25x10 <sup>3</sup>	3,40x10 <sup>3</sup>	2,90x10 <sup>4</sup>	6,25x10 <sup>3</sup>	7,20x10 <sup>4</sup>	3,95x10 <sup>4</sup>	9,99x10 <sup>4</sup>	7,00x10 <sup>5</sup>	5,09x10 <sup>5</sup>	9,99x10 <sup>3</sup>
8	2,42x10 <sup>5</sup>	5,50x10 <sup>3</sup>	4,51x10 <sup>5</sup>	6,25x10 <sup>3</sup>	4,00x10 <sup>3</sup>	4,55x10 <sup>3</sup>	4,00x10 <sup>3</sup>	5,20x10 <sup>3</sup>	5,55x10 <sup>4</sup>	1,20x10 <sup>4</sup>
9	4,90x10 <sup>5</sup>	2,20x10 <sup>3</sup>	1,31x10 <sup>6</sup>	2,15x10 <sup>3</sup>	3,00x10 <sup>6</sup>	5,50x10 <sup>3</sup>	3,02x10 <sup>4</sup>	3,50x10 <sup>3</sup>	2,46x10 <sup>6</sup>	1,30x10 <sup>4</sup>
10	1,15x10 <sup>4</sup>	2,60x10 <sup>3</sup>	3,80x10 <sup>5</sup>	1,50x10 <sup>3</sup>	8,80x10 <sup>5</sup>	2,15x10 <sup>3</sup>	1,55x10 <sup>5</sup>	2,25x10 <sup>3</sup>	6,25x10 <sup>4</sup>	3,00x10 <sup>3</sup>
11	1,35x10 <sup>4</sup>	3,65x10 <sup>3</sup>	2,07x10 <sup>5</sup>	1,17x10 <sup>4</sup>	2,14x10 <sup>5</sup>	2,35x10 <sup>4</sup>	9,99x10 <sup>4</sup>	2,75x10 <sup>6</sup>	1,55x10 <sup>6</sup>	1,75x10 <sup>6</sup>
12	6,80x10 <sup>4</sup>	2,04x10 <sup>4</sup>	1,22x10 <sup>5</sup>	1,50x10 <sup>5</sup>	1,45x10 <sup>5</sup>	1,10x10 <sup>4</sup>	1,15x10 <sup>4</sup>	2,90x10 <sup>3</sup>	6,10x10 <sup>3</sup>	6,90x10 <sup>3</sup>
13	8,75x10 <sup>3</sup>	5,00x10 <sup>3</sup>	4,25x10 <sup>3</sup>	4,75x10 <sup>3</sup>	7,27x10 <sup>4</sup>	3,25x10 <sup>3</sup>	2,75x10 <sup>3</sup>	3,75x10 <sup>3</sup>	4,00x10 <sup>3</sup>	7,85x10 <sup>3</sup>
14	4,35x10 <sup>4</sup>	1,22x10 <sup>4</sup>	3,75x10 <sup>3</sup>	5,25x10 <sup>3</sup>	4,35x10 <sup>5</sup>	2,80x10 <sup>5</sup>	4,05x10 <sup>5</sup>	1,90x10 <sup>5</sup>	2,90x10 <sup>6</sup>	5,70x10 <sup>6</sup>
15	4,50x10 <sup>3</sup>	1,35x10 <sup>3</sup>	4,75x10 <sup>3</sup>	2,35x10 <sup>3</sup>	9,50x10 <sup>3</sup>	1,45x10 <sup>3</sup>	3,75x10 <sup>4</sup>	2,75x10 <sup>4</sup>	2,75x10 <sup>3</sup>	2,94x10 <sup>3</sup>
16	2,80x10 <sup>3</sup>	2,65x10 <sup>3</sup>	3,20x10 <sup>3</sup>	2,09x10 <sup>3</sup>	3,30x10 <sup>3</sup>	2,05x10 <sup>3</sup>	9,70x10 <sup>4</sup>	5,85x10 <sup>2</sup>	8,40x10 <sup>5</sup>	9,99x10 <sup>3</sup>
17	1,90x10 <sup>4</sup>	1,27x10 <sup>4</sup>	2,69x10 <sup>5</sup>	7,75x10 <sup>3</sup>	1,60x10 <sup>5</sup>	2,06x10 <sup>4</sup>	6,25x10 <sup>4</sup>	5,70x10 <sup>4</sup>	3,95x10 <sup>4</sup>	8,51x10 <sup>5</sup>
18	4,70x10 <sup>5</sup>	5,55x10 <sup>4</sup>	5,95x10 <sup>4</sup>	4,35x10 <sup>4</sup>	2,64x10 <sup>6</sup>	3,49x10 <sup>5</sup>	1,70x10 <sup>7</sup>	2,65x10 <sup>6</sup>	3,90x10 <sup>7</sup>	1,09x10 <sup>7</sup>

\* Los valores reportados constituyen el promedio de determinaciones hechas por triplicado

El efecto observado entre el sulfito de sodio, sorbato de potasio y ácido cítrico puede considerarse como una acción sinérgica aditiva, por cuanto se obtuvieron menores recuentos microbianos al utilizar dichos compuestos en sus niveles máximos, no así para el ácido L-ascórbico, el cual permitió obtener mejores resultados cuando se utilizó en su nivel mínimo.

Una vez seleccionada la combinación óptima de preservativos antimicrobianos, se procedió a evaluar la factibilidad de aplicación del proceso de escaldado y el uso de atmósferas modificadas, así como la utilización de materiales de empaque de alta y baja barrera a los gases, para maximizar la estabilidad de la fruta procesada por impregnación al vacío.

En tal sentido, luego de optimizar el uso de agentes antimicrobianos en la etapa precedente, se obtuvo que el escaldado de la fruta durante 3 minutos a 98°C previo al proceso de impregnación al vacío, en conjunto con el empacado del producto en el polímero de alta barrera sin modificar la composición atmosférica en el interior del

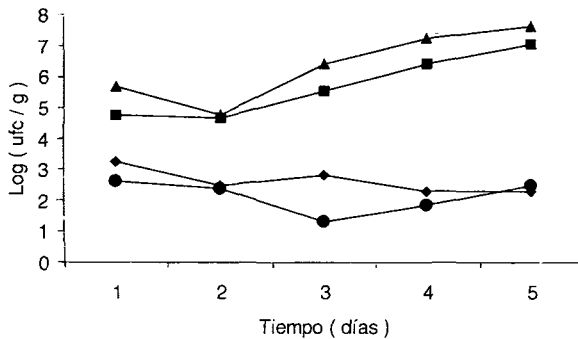
empaque, fueron las condiciones operativas que finalmente permitieron obtener los más bajos recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en las piezas de melón procesadas por impregnación al vacío con el esquema tecnológico propuesto (Figura 2).

Aún cuando el proceso de escaldado no tuvo un efecto notable en la reducción de la carga microbiana inicial de la fruta, si se la compara con el melón no escaldado, probablemente, el efecto de dicho proceso en la obtención de bajos recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, pudo deberse a modificaciones inducidas por el proceso térmico en el tejido de la fruta, permitiendo así una incorporación más efectiva de los agentes antimicrobianos contenidos en la solución de impregnación (6).

Por otra parte, la ausencia de actividad respiratoria en la fruta luego del proceso de escaldado, justificó la no modificación de la composición atmosférica en el interior del empaque, el cual, al ser de alta barrera al oxígeno, afecta el crecimiento de aerobios mesófilos y en menor medida el crecimiento de mohos y levaduras (7).

FIGURA 2

Recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en función del tiempo, para el melón procesado bajo las concentraciones finales de preservativos antimicrobianos y condiciones de empaque



- ▲ Recuento de aerobios mesófilos en la fruta fresca
- Recuento de mohos y levaduras en la fruta fresca
- ◆ Recuento de aerobios mesófilos en la fruta procesada
- Recuento de mohos y levaduras en la fruta procesada

Concomitantemente, no se obtuvo una evidencia estadística ( $p > 0,05$ ), que permitiera establecer a través del análisis de varianza un efecto significativo del escaldado, composición atmosférica y material de empaque utilizado, en los atributos sensoriales color, sabor y textura del producto final.

Una vez establecidas las condiciones de proceso que contribuyeron a minimizar los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, se procedió a evaluar la estabilidad del melón mínimamente procesado durante 16 días de almacenamiento en refrigeración, determinando los recuentos de aerobios mesófilos, aerobios psicrotrofos, bacterias ácido lácticas, enterobacterias, mohos y levaduras (Tabla 4).

En tal sentido, los recuentos de aerobios mesófilos se mantuvieron durante los 16 días de almacenamiento dentro del rango sugerido por la legislación internacional, específicamente la legislación francesa, para productos vegetales mínimamente procesados, concordando además con recuentos similares obtenidos en otras investigaciones para lechosa y melón mínimamente procesados, durante 15 y 11 días de almacenamiento respectivamente (8, 9).

TABLA 4

Recuentos microbiológicos de aerobios mesófilos, aerobios psicrotrofos, enterobacterias, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras para la fruta fresca y el melón mínimamente procesado con las condiciones finales de operación, durante 16 días de almacenamiento a 5°C

Micro organismo	Tiempo de almacenamiento ( días )											
	0		2		4		8		12		16	
	Melón Fresco (ufc/g)	Melón Procesado (ufc/g)	Melón Fresco (ufc/g)	Melón Procesado (ufc/g)	Melón Fresco (ufc/g)	Melón Procesado (ufc/g)	Melón Fresco (ufc/g)	Melón Procesado (ufc/g)	Melón Fresco (ufc/g)	Melón Procesado (ufc/g)	Melón Fresco (ufc/g)	Melón Procesado (ufc/g)
Aerobios mesófilos	$2,4 \times 10^3$	$3,9 \times 10^2$	$6,1 \times 10^3$	$8,1 \times 10^2$	$5,6 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$8,0 \times 10^5$	$5,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^6$	$5,4 \times 10^3$	$3,4 \times 10^7$	$3,4 \times 10^4$
Aerobios psicrotrofos	$2,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^1$	$3,7 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$5,6 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	$6,9 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	$5,6 \times 10^5$	$4,9 \times 10^4$
Entero bacterias	$3,1 \times 10^2$	$1,2 \times 10^1$	$3,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^1$	$2,7 \times 10^3$	$2,0 \times 10^1$	$8,8 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$3,9 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$1,7 \times 10^4$	$2,4 \times 10^2$
Bacterias ácido lácticas	$6,5 \times 10^3$	$3,1 \times 10^2$	$6,5 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$8,8 \times 10^2$	$3,7 \times 10^4$	$3,9 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$
Mohos y levaduras	$3,9 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^4$	$3,7 \times 10^3$	$4,4 \times 10^4$	$4,2 \times 10^3$	$3,2 \times 10^5$	$5,1 \times 10^3$

\* Los valores reportados son el promedio de determinaciones hechas por triplicado

Con respecto al crecimiento de aerobios psicrotrofos en el tiempo, puede observarse en la tabla 4, que la diferencia a los 16 días de almacenamiento entre el melón fresco y la fruta mínimamente procesada, es de un solo ciclo logarítmico, a diferencia de los 3 ciclos logarítmicos observados en los aerobios mesófilos. Una posible explicación a este tipo de comportamiento puede fundamentarse en la acción selectiva que ejerce el almacenamiento en refrigeración sobre las distintas poblaciones microbianas presentes en la fruta, lo

cual favorece el desarrollo de grupos microbianos como los aerobios psicrotrofos, al generar fases de latencia muy prolongadas en otros grupos microbianos (7).

Por otra parte, se observó una diferencia apreciable entre la fruta fresca y la procesada mínimamente por impregnación al vacío, en cuanto a los recuentos microbiológicos de enterobacterias, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras, demostrándose de esa forma el efecto que tiene sobre la calidad microbiológica de la fruta, la incorporación de las

condiciones de proceso establecidas en la etapa de optimización y sugeridas en el esquema tecnológico de procesamiento mínimo del melón.

Dado que para el desarrollo de un alimento mínimamente procesado es importante considerar, además de la estabilidad microbiológica del producto, su estabilidad sensorial, se evaluó la variación en el tiempo de los atributos sensoriales sabor, olor, color y textura del producto final. En este sentido, se consideró arbitrariamente el punto medio de la escala hedónica, para establecer el límite sensorial de la vida útil del melón mínimamente procesado, obteniéndose que los atributos olor, color y textura se mantuvieron por encima del valor límite pre-establecido en tanto que el sabor del producto alcanzó dicho valor a los 14 días de almacenamiento, determinando de esa forma la vida útil o comercial del producto, aún cuando las características microbiológicas del mismo fueron aceptables durante los 16 días de almacenamiento.

En conclusión, las condiciones de procesamiento sugeridas en la presente investigación (Figura 3), permiten obtener trozos de melón mínimamente procesados con una vida comercial de aproximadamente 14 días, establecida en base a criterios de estabilidad microbiológica y sensorial, y con perspectivas de aplicación para el suministro de frutas mínimamente procesadas destinadas a los servicios de alimentación institucionalizados, así como el abastecimiento de materia prima pre-procesada para la industria de alimentos orientada a la fabricación de jugos de frutas.

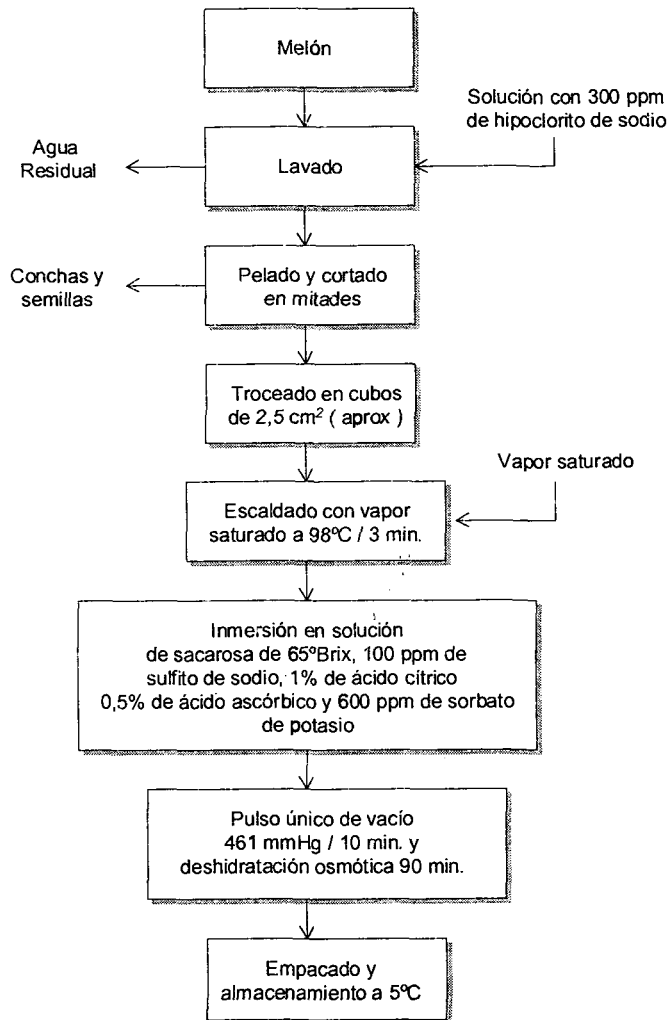
### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Decanato de Investigación y Desarrollo de la Universidad Simón Bolívar y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas a través de los proyectos S1-CAI-406-PN y S1-96000584 respectivamente, por el apoyo económico otorgado para la realización de la presente investigación.

### REFERENCIAS

1. Tapia MS, Alzamora S, Welti J. Combination of preservation factors applied to minimal processing of food. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1996; 36(6):629 - 659.
2. Flores A. Manejo post-cosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencias y recomendaciones. UNELLEZ, San Carlos, Venezuela. 1994.
3. Mavell C. Minimal processing of food. *Food Sci Technol Today.* 1997;11:107 - 111.
4. Nguyen-the C, Carlin F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Crit Rev Microbiol.* 1994;34 (4):371 - 401.
5. Jay JM. Microbiología moderna de los alimentos. 3ra edición. España, 1994.
6. Carlin F, Nguyen-the C, Hilbert G, Chambroy. Modified atmosphere packaging of fresh ready-to-use grated carrots in polymeric films. *J Food Sci.* 1990; 55:1033.
7. Beauchat LR, Braccett RE. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. *J Food Sci.* 1990; 55:755 -759.
8. Díaz R, Tapia MS, Montenegro G, González I. Desarrollo de productos de mango y papaya de alta humedad estabilizados por métodos combinados. *Bol Int Divulgación CYTED.* 1993;1:5.
9. O'Connor-Shaw R, Roberts R, Ford A, Nottingham S. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *J Food Sci.* 1994; 59:1202 -1206.

FIGURA 3  
Esquema tecnológico propuesto para el procesamiento mínimo del melón por impregnación al vacío



Recibido: 29-11-2000

Aceptado: 21-04-2001

## Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz super dulce

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

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

**RESUMEN.** El objetivo de esta investigación fue establecer un esquema para la comercialización del maíz super dulce como producto fresco y estudiar la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de las mazorcas durante el almacenamiento refrigerado. A tal fin fueron sembrados los híbridos de maíz super dulce del grupo genético *sh2*, Krispy King, Víctor y 324 en una parcela agrícola de San Joaquín, estado Carabobo. Se seleccionaron 100 mazorcas por híbrido, las cuales fueron empacadas, colocando cuatro unidades por bandeja cubierta con polietileno y almacenadas a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  por 28 días. A las mazorcas refrigeradas se les realizaron evaluaciones de las características a los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento. El esquema aplicado para procesar el maíz super dulce, como producto refrigerado, se adaptó satisfactoriamente, permitiendo una buena estabilidad durante los 28 días de almacenamiento. El contenido de humedad de las mazorcas se mantuvo prácticamente constante, demostrando que el material usado en el empaque y la cubierta de los granos con las primeras hojas evitó las pérdidas de humedad durante el almacenamiento. Los sólidos solubles, los azúcares totales y el pH disminuyeron. La acidez y la carga microbiana aumentaron. Las características sensoriales se mantuvieron estables en los híbridos Krispy king y Víctor, los cuales presentaron las mejores características químicas y sensoriales, demostrando una adecuada adaptabilidad al proceso, en cambio el híbrido 324 mostró el menor contenido de humedad, los más altos niveles de microorganismos y la más baja calidad sensorial.

**Palabras claves:** Maíz *sh2*, refrigeración, características.

**SUMMARY.** Suitability study for super sweet corn on the ears hybrids under refrigerated conditions, evaluating chemicals microbiologicals and sensorials characteristics. Krispy King, Víctor and 324, super sweet hybrids (*sh2*) were cultivated in San Joaquín, estado Carabobo, Venezuela. The scheme was established to produce refrigerated fresh ears to be commercialized. The chemistry, microbiology and sensorial characteristics were evaluated at 0; 7; 14; 21 and 28 days of storage. One hundred ears of each hybrid were picked at the ripe fresh stage and packed in polystyrene trays covered with polyethylene. The storage temperature was  $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ . The scheme used was well adapted, allowing a good stability of the ears until 28 days of storing. The plastic cover avoid the lost of humidity. The soluble solids, total sugars and pH went down during the storage. The acidity and the microorganisms increased as expected. The sensorial variables kept the same for Krispy king and Víctor, while the hybrid 324 shown the lowest humidity content, the highest count of microorganisms and the poorest sensorial quality.

**Key words:** Corn *sh2*, refrigeration, characteristics.

### INTRODUCCION

La diferencia genética básica entre el maíz dulce y el normal, es la presencia del gen recesivo *su* en el cromosoma 4, el cual en estado homocigota da lugar a la condición dulce. Este gen causa una disminución del almidón y un aumento de los azúcares del endospermo, los cuales se duplican en relación con el genotipo normal, ocasionando un incremento de los polisacáridos solubles en agua, principalmente los fitoglicógenos, que proporcionan una textura cremosa y agradable a los granos (1, 2).

Dentro de los maíces dulces existen cultivares super dulces,

que presentan el gen *sh2* localizado en el cromosoma 3L. Este gen fue descubierto en la Universidad de Michigan, USA en 1948 y el nuevo maíz fue denominado Shrunken-2. El gen mutante *sh2* ocasiona la conversión del azúcar en un proceso mas lento que en el maíz normal (3), causa acumulación de azúcares a expensas del almidón y una gran disminución del contenido de carbohidratos totales en el estado de semilla, de manera que estos maíces poseen cuatro a ocho veces más azúcares que los híbridos no mutantes. Además, el gen no sintetiza la enzima ADP-glucosa fosforilasa, clave en la síntesis del almidón, causando una acumulación de sacarosa y lípidos en lugar de polisacáridos solubles y almidón (2, 4).

En comparación con el maíz dulce su1, el maíz super dulce presenta mejores características; entre ellas: un contenido más alto de azúcares en la madurez con dos a tres veces más cantidad de sacarosa (5), un período más largo de cosecha por retener mayor cantidad de azúcar y por perder humedad más lentamente (6), posee una textura suave y crujiente, no requiere adición de azúcar al procesarlo y es excelente como producto refrigerado y congelado (3). Además los híbridos sh2 presentan rendimientos comparables al de los cultivares su1 (7), siendo por lo tanto, muy cotizado en varios países. Por otra parte, estudios sobre el almacenamiento refrigerado del maíz super dulce han demostrado que este maíz conserva mayor contenido de sacarosa y de azúcares totales que el maíz dulce, así como mejores características sensoriales durante 5 a 10 días a temperaturas entre 4 y 7°C (8-10).

En Venezuela, el mercado de vegetales frescos ha aumentado en los últimos años, debido a que a muchos productos hortícolas se les ha incrementado su valor agregado mediante prácticas de selección, clasificación, empaque y almacenamiento, lo cual aunado a las características de los maíces super dulces, fue un gran estímulo para la ejecución de esta investigación. El establecimiento de un esquema para la comercialización, como producto fresco y el estudio de la estabilidad de las mazorcas durante el almacenamiento refrigerado del maíz super dulce del grupo sh2, reviste gran interés a nivel nacional, puesto que en la actualidad, este tipo de maíz dulce está siendo introducido en el país con amplias expectativas en la búsqueda de nuevas alternativas tanto para la industria como para los productores agrícolas.

El objetivo de esta investigación consistió en establecer un esquema para la comercialización de híbridos de maíz super dulce del grupo genético sh2, como producto fresco y en estudiar la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de las mazorcas durante el almacenamiento refrigerado.

## MATERIALES Y METODOS

### Selección del material

Fueron seleccionados los híbridos de maíz super dulce del grupo genético sh2: Krispy king, Victor y 324, cuyas semillas 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 ensayo de 1250 m<sup>2</sup>. Se sembraron 2,5 hileras para cada híbrido, separadas 0,7m con 5 plantas por metro. La polinización fue natural y sin problemas de entrecruzamiento entre los híbridos, ya que los lotes estuvieron suficientemente separados. La cosecha fue hecha manualmente una vez culminado el ciclo del cultivo,

entre 76 a 80 días, estando el grano lechoso. El muestreo fue realizado al azar y los híbridos fueron trasladados a una planta piloto para su procesamiento.

### Procesamiento del maíz super dulce

El esquema aplicado para el producto refrigerado comprendió las siguientes etapas:

**Selección:** Fueron seleccionadas manualmente 100 mazorcas de cada híbrido, escogiendo las mazorcas sanas, sin daños mecánicos, físicos u ocasionados por insectos, hongos etc.

**Deshojado:** Manualmente fueron eliminadas las hojas de las mazorcas, dejándole solamente las dos primeras, de forma que los granos quedaran visibles.

**Acondicionamiento:** A las mazorcas se les eliminó la punta, aproximadamente 5cm, con el fin de mejorar la apariencia del producto.

**Empacado:** Fue realizado en forma manual, colocando 4 mazorcas en una bandeja de anime (poliestireno), la cual fue recubierta con polietileno de 100 micras de espesor.

**Sellado:** Esta operación fue hecha de modo semimecanizado en una selladora de polietileno, en la cual las bandejas fueron pasadas por un túnel de calor (80-90°C) que termo encoge el polietileno, adhiriéndolo a las mazorcas.

**Almacenamiento:** Las bandejas selladas fueron almacenadas en una cava de refrigeración a una temperatura de 4±1°C.

### Análisis químicos

**Humedad:** Se determinó según el método N° 925.10 de la AOAC (11).

**Sólidos solubles:** Se utilizó un refractómetro ABBÉ, siguiendo la norma COVENIN N° 924-88 (12) cuyos resultados se expresan en °Brix.

**Azúcares totales y reductores:** Se aplicó el método de Lane Eynon, N° 923.09 de la AOAC (11).

**Determinación del pH:** Fue realizada de acuerdo con el método N° 981.12 de la AOAC (11).

**Acidez titulable:** Se usó el método N° 942.15 de la AOAC (11).

### Análisis microbiológicos

**Determinación de hongos y levaduras:** Se realizó mediante el método de recuento estándar en placa. El número de colonias fue determinado según la norma COVENIN N° 1337-78 (13). Los resultados de los mohos se expresaron en propágulos por gramo y los de las levaduras en ufc/g.

**Determinación de mesófilos aerobios:** Se empleó el método de recuento estándar en placa. Las cápsulas fueron incubadas a 32°C por 24-48 horas y las colonias formadas fueron contadas según la norma COVENIN N° 902-78 (14). Los resultados se expresaron en ufc/g.

Contaje de psicrófilos aerobios: Se aplicó el mismo método de determinación de mesófilos, pero incubando a 7°C durante 7 días.

Determinación de coliformes: Las muestras fueron incubadas en tubos de ensayo con tubos de fermentación incorporados y un medio de cultivo apropiado. Los tubos que presentaron formación de gas fueron confirmados según la norma COVENIN N° 1104-84 (15). Esta misma norma fue utilizada para la determinación del número más probable de coliformes fecales. Los resultados se expresaron como número más probable por gramo (Nmp/g).

Los análisis químicos y microbiológicos fueron realizados por triplicado a los 0, 7, 14, 21 y 28 días de refrigeración, en los granos molidos de 4 mazorcas de cada híbrido.

### Evaluación sensorial

Las mazorcas refrigeradas fueron cortadas en dos trozos y cocinadas en agua hirviendo por 10 minutos para luego realizarles evaluaciones subjetivas de la apariencia, color, olor, sabor, dulzor y textura a los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento, por un panel abierto conformado por 6 panelistas entrenados. Para evaluar las características mencionadas fue usada una escala hedónica del 1 al 5, en la cual el 3 fue el mejor valor y para la calidad global fue utilizada una escala de 5 puntos en la que el 1 correspondió a desagradable y el 5 a excelente.

### Análisis estadísticos

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado con tres observaciones, donde los tratamientos fueron: los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento refrigerado. Para las variables químicas se utilizó un análisis de varianza, complementado con la prueba de Duncan. En la evaluación sensorial se aplicó un análisis de varianza vía no paramétrica, complementado con la prueba de Friedman.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto a las características químicas (Tabla 1) se observó que el contenido de humedad de los granos se mantuvo prácticamente estable, demostrando que el material usado en el empaque y la cubierta de gran parte de los granos con las primeras hojas de la mazorca evitó las pérdidas de este componente en el producto refrigerado. Las fluctuaciones de los porcentajes de humedad, detectadas durante el almacenamiento, pueden ser atribuidas a la variabilidad entre las mazorcas de un mismo híbrido y a la condensación de agua sobre las mazorcas, producto del proceso respiratorio (8). Fluctuaciones similares (75,2%-77,1%-76,7%) fueron observadas por Evensen y Boyer (16) durante el almacenamiento del maíz dulce a 10°C por 14 días. Además, el contenido de humedad del maíz *sh2* fue superior al

presentado (70,23-72,34%) por genotipos dulces venezolanos a los 16 días después de la aparición de las barbas (17) e inferior a los indicados por Reyes *et al.* (18) para el cultivar dulce Jubilee (80,5%) y super dulce Xtra sweet 77 (80,0%) cosechados en Corvallis, OR, a los 30 días de polinizados, sin embargo se asemeja a los valores obtenidos (74,8-76,8%) por varios investigadores (7, 9) en diferentes maíces *sh2* de dos zonas de los Estados Unidos de América a los 17-20 días de la polinización y en otros cultivares (75,1%) de maíz dulce y super dulce refrigerados por 10 días (8). Los sólidos solubles, al igual que los azúcares totales disminuyeron durante el almacenamiento, siendo más notorio el descenso de estos últimos, en tanto que los azúcares reductores mostraron variabilidad a través del tiempo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Zhu *et al.* (10) quienes también hallaron una disminución de estos compuestos (16,8 a 15,8 °Brix y 10,64 a 9,94% de azúcares totales) en maíces super dulces durante el almacenamiento refrigerado a 6 °C por 5 días. Así mismo Brecht *et al.* (19) encontraron variaciones de los niveles de azúcares durante la refrigeración a 5 °C por 9 días, presentando los maíces *sh2* un contenido (>5%) todavía superior al de los cultivares *su* frescos. La reducción observada de los sólidos solubles está relacionada con la merma de los azúcares. Sobre los azúcares reductores, Evensen y Boyer (16) encontraron que algunos de estos compuestos pueden pasar a no reductores por formación de sacarosa. Además, por tratarse de muestras sin un tratamiento calórico que inhiba la actividad enzimática y el desarrollo microbiano, pudo ocurrir una hidrólisis de la sacarosa, así como un consumo de los azúcares por los microorganismos, que posiblemente originaron estos cambios. El nivel inicial y final de los sólidos solubles fue superior al señalado (15,2-16,8 °Brix) por Zhu *et al.* (10) para maíces super dulces a los 0 días y (15,6-15,8 °Brix) a los 5 días de almacenamiento a 6 °C. Así mismo, el contenido final de los azúcares fue superior al encontrado (11,05%) en genotipos venezolanos de maíz dulce a los 16 días de la aparición de las barbas (17). Durante el almacenamiento, el valor del pH presentó una disminución que se correspondió con un aumento de la acidez, el cual fue mas pronunciado entre los 14 y 28 días. Este aumento, pudo ser provocado por la acción de las enzimas y por la incidencia de una mayor carga microbiana en las dos últimas semanas, probablemente ocasionada por la ausencia de un tratamiento térmico previo por tratarse de un producto fresco. El descenso mínimo del pH, es indicativo de la buena calidad microbiológica de estos maíces durante el ensayo.

TABLE 1  
Características químicas de las mazorcas de tres híbridos de maíz super dulce almacenadas a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  durante 28 días

Híbridos	Días	% Humedad	Sólidos solubles ( $^\circ\text{Brix}$ )	% Azúcares totales	% Azúcares reductores	pH	% Acidez
Krispy king	0	75,64 c	18,63 a	44,06 a	13,00 ab	6,42 a	0,36 a
	7	78,12 a	17,18 b	39,68 b	10,05 c	6,51 a	0,33 ab
	14	77,56 ab	17,60 b	33,82 c	12,12 b	6,40 a	0,30 b
	21	77,24 b	15,78 c	26,48 d	11,59 b	6,43 a	0,28 b
	28	76,87 b	16,18 c	16,58 e	14,02 a	6,18 b	0,38 a
Victor	0	77,05 a	18,40 a	39,42 a	10,26 a	6,51 a	0,27 c
	7	76,30 a	18,37 a	33,26 b	11,00 a	6,48 a	0,23 d
	14	76,26 a	17,87 a	30,64 c	8,91 a	6,45 a	0,24 d
	21	76,69 a	16,39 b	27,73 d	5,40 b	6,34 b	0,30 b
	28	77,65 a	15,91 b	27,43 d	9,34 a	6,32 b	0,40 a
324	0	74,94 c	18,57 a	40,35 a	9,76 a	6,59 a	0,23 d
	7	75,60 b	18,51 a	33,43 b	7,69 c	6,42 b	0,28 c
	14	76,50 a	17,16 b	33,38 b	9,91 a	6,27 c	0,32 b
	21	73,68 d	17,26 b	22,48 d	6,67 d	6,19 d	0,33 b
	28	75,43 bc	15,31 c	26,78 c	8,67 b	6,19 d	0,41 a

Promedios en columnas con letras comunes no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

El cálculo del coeficiente de correlación entre las variables químicas (Tabla 2) indicó una alta correlación negativa entre el aumento de la acidez y la disminución del pH y de los sólidos solubles durante el almacenamiento. De igual manera, la disminución de los azúcares totales presentó un alto coeficiente de correlación positivo con la disminución del pH y el descenso de los sólidos solubles. Estos resultados indican que la pérdida de los azúcares totales a través del tiempo, va acompañada de una disminución del pH, de los sólidos solubles y de un aumento de la acidez.

TABLE 2

Coefficiente de correlación "r" de las variables químicas de las mazorcas de tres híbridos de maíz super dulce almacenadas a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  durante 28 días

Variables	Victor	324	Krispy king
Acidez - pH	-0,732	-0,848	———
Acidez - sólidos solubles	-0,732	-0,848	———
Azúcares totales - pH	0,723	0,883	0,696
Azúcares totales - sólidos solubles	0,749	0,595	0,781

En relación con la calidad microbiológica (Tabla 3), los resultados revelaron que en general, las mazorcas mostraron una buena calidad al inicio del procesamiento, confirmado por el bajo conteo de mohos, levaduras y psicrófilos, así como por la ausencia de coliformes fecales en todas las muestras. En cambio, al final del período de almacenamiento, la carga

microbiana de las mazorcas aumentó, correspondiéndole los mayores valores al híbrido 324, el cual presentó la más alta carga inicial de mesófilos y psicrófilos. Durante el almacenamiento, los mohos y las levaduras mostraron un aumento en la población con cierta variabilidad a través del tiempo. Incrementos debidos a que los mohos son microorganismos que pueden desarrollarse en un rango de temperatura muy amplio, entre 0 y  $40^\circ\text{C}$  y las levaduras pueden crecer a temperaturas de refrigeración. Además, los metabolitos producidos por las bacterias favorecen el crecimiento de las levaduras (20). En las mazorcas refrigeradas, las bacterias mesofílicas también presentaron una ligera tendencia a aumentar a lo largo del almacenamiento, mientras que las psicrófilas mostraron un crecimiento mucho mayor, puesto que la temperatura de refrigeración es óptima para su desarrollo (21). El incremento de los mesófilos está relacionado con la disminución de los azúcares totales y con el aumento de la acidez, ya que estos microorganismos utilizan dichos compuestos como fuente de energía para su crecimiento, aumentando la acidez. Por su parte, los coliformes totales y fecales, detectados en las primeras etapas del ensayo en los híbridos Victor y 324, disminuyeron a partir de las dos últimas semanas del almacenamiento. La tendencia a la desaparición de estos microorganismos, que son mesófilos, es explicable por la inhibición de su desarrollo a la temperatura de refrigeración. La presencia de coliformes fecales en las muestras del maíz 324, puede ser atribuida a una contaminación durante el procesamiento, ya que la mayoría de las operaciones fue

realizada manualmente. En general, la población microbiana final se mantuvo en el orden de  $10^2$ - $10^6$ , valores relativamente bajos e inferiores a los obtenidos por Andrews *et al.* (22)

como carga inicial del maíz, lo que indica la buena calidad de las muestras procesadas.

TABLA 3  
Calidad microbiológica de las mazorcas de tres híbridos de maíz super dulce almacenadas a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  durante 28 días

Híbridos	Días	Mohos Propag/g	Levaduras Ufc/g	Mesófilos Ufc/g	Psicrófilos Ufc/g	Coliformes Tot.Nmp/g	Coliformes Fec.Nmp/g
Krispy king	0	$1,50\times 10^3$	$8,10\times 10^2$	$1,60\times 10^3$	$5,30\times 10^2$	93	<3
	7	$6,00\times 10^2$	$2,62\times 10^4$	$1,83\times 10^5$	$6,20\times 10^3$	240	93
	14	$6,00\times 10^2$	$2,00\times 10^4$	$1,96\times 10^4$	$5,90\times 10^3$	240	15
	21	$1,40\times 10^4$	$1,39\times 10^4$	$7,25\times 10^4$	$2,96\times 10^4$	23	<3
	28	$1,00\times 10^3$	$1,39\times 10^4$	$8,20\times 10^3$	$3,50\times 10^4$	3	<3
Victor	0	$5,00\times 10^1$	$2,10\times 10^4$	$8,30\times 10^4$	$2,50\times 10^4$	>2400	<3
	7	$4,00\times 10^2$	$6,40\times 10^4$	$9,30\times 10^4$	$6,00\times 10^2$	>2400	<3
	14	$2,00\times 10^2$	$9,40\times 10^4$	$1,64\times 10^5$	$5,90\times 10^3$	>2400	<3
	21	$3,00\times 10^2$	$1,56\times 10^4$	$9,30\times 10^3$	$6,00\times 10^3$	1100	4
	28	$1,30\times 10^4$	$3,49\times 10^4$	$5,80\times 10^4$	$5,82\times 10^4$	240	<3
324	0	$6,00\times 10^2$	$1,30\times 10^3$	$5,50\times 10^5$	$3,53\times 10^5$	>2400	<3
	7	$9,00\times 10^2$	$9,60\times 10^3$	$8,90\times 10^3$	$3,53\times 10^5$	>2400	>2400
	14	$1,30\times 10^3$	$4,00\times 10^3$	$1,84\times 10^4$	$4,00\times 10^3$	240	93
	21	$1,80\times 10^3$	$3,20\times 10^5$	$1,91\times 10^5$	$1,12\times 10^4$	240	4
	28	$1,20\times 10^4$	$8,90\times 10^5$	$8,10\times 10^5$	$2,78\times 10^6$	240	<3

La evaluación sensorial (Tabla 4) demostró que la apariencia de las mazorcas de los híbridos Krispy king y Victor no varió durante el almacenamiento, mientras que en las del híbrido 324 se observó un deterioro progresivo a partir de la segunda semana, que sólo fue significativo ( $P<0,05$ ) a los 28 días. Así mismo, todos los híbridos mostraron las puntas cortadas de las mazorcas en buen estado y no presentaron granos dañados durante la refrigeración. Las mazorcas de maíz super dulce *sh2* pueden conservar su apariencia durante el almacenamiento porque poseen un pericarpio grueso y un alto contenido de sacarosa que es perdido muy lentamente con el tiempo (1, 6, 8, 23). El color, el sabor, el dulzor y la textura de los granos de las mazorcas permanecieron estables durante el almacenamiento. El olor también se mantuvo prácticamente inalterable, presentando algunas variaciones con el tiempo. La envoltura con polietileno de las mazorcas empacadas en bandejas contribuyó, en gran parte, a prevenir las pérdidas de humedad, evitando la deshidratación de las muestras, por lo cual al final del almacenamiento, las mazorcas presentaron una textura firme y suave. En las tres últimas semanas del ensayo, a las mazorcas del maíz 324 le

fueron asignadas las puntuaciones más bajas en los atributos olor y sabor. En consecuencia, la calidad global de los híbridos Krispy king y Victor se mantuvo constante durante los 28 días de refrigeración, siendo evaluada entre buena y muy buena, en cambio en el híbrido 324 fue catalogada como regular desde la segunda semana del almacenamiento.

En conclusión, el esquema establecido para procesar el maíz super dulce como producto fresco refrigerado, se adaptó satisfactoriamente al proceso, permitiendo una buena estabilidad de las mazorcas durante los 28 días de almacenamiento a  $4\pm 1^\circ\text{C}$ . La humedad se mantuvo prácticamente constante. Los sólidos solubles, los azúcares totales y el pH disminuyeron y la acidez y la carga microbiana de las mazorcas aumentaron. Las características sensoriales se mantuvieron estables en los híbridos, Krispy king y Victor, los cuales presentaron las mejores características químicas y sensoriales, demostrando una adecuada adaptabilidad al proceso, en cambio el híbrido 324 mostró menor contenido de humedad, los más altos niveles de microorganismos y baja calidad sensorial, siendo él más susceptible al deterioro.

TABLA 4  
Evaluación sensorial de las mazorcas de tres híbridos de maíz super dulce almacenadas a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  durante 28 días

Híbridos	Días	Apariencia	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Textura	Calidad Global
Krispy king	0	3,60 a	3,33 a	3,33 a	3,33 a	3,67 a	3,33 a	3,67 a
	7	4,00 a	2,83 a	2,33 b	2,67 a	3,50 a	3,66 a	3,17 a
	14	3,66 a	2,83 a	2,66 ab	3,33 a	3,50 a	3,33 a	3,17 a
	21	3,16 a	3,50 a	3,33 a	2,83 a	3,00 a	3,17 a	3,50 a
	28	3,33 a	3,00 a	3,16 ab	3,17 a	3,00 a	3,17 a	3,33 a
Víctor	0	3,33 a	3,83 a	2,33 b	3,67 a	3,67 a	3,50 a	3,33 a
	7	3,66 a	3,33 a	3,33 a	3,17 a	3,17 a	3,30 a	3,17 a
	14	3,83 a	3,66 a	3,16 ab	3,17 a	3,00 a	3,60 a	3,00 a
	21	4,00 a	3,00 a	3,16 ab	3,17 a	3,17 a	3,16 a	3,50 a
	28	3,50 a	3,36 a	3,16 ab	3,33 a	3,00 a	3,33 a	3,33 a
324	0	3,50 b	4,16 a	2,33 a	2,67 a	2,83 ab	3,50 a	3,00 ab
	7	3,83 ab	4,50 a	2,33 a	2,67 a	3,33 a	3,50 a	3,17 a
	14	4,16 ab	3,83 a	1,66 a	2,30 a	2,67 ab	3,33 a	2,17 b
	21	4,16 ab	4,60 a	2,16 a	2,00 a	2,17 b	3,83 a	2,67 ab
	28	4,33 a	3,83 a	2,33 a	2,17 a	3,33 a	3,33 a	2,17 b

Promedios con letras comunes en columnas no presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la empresa Del Monte Andina C.A. el financiamiento de esta investigación.

### REFERENCIAS

- Wann EV, Brown GB y Hills WA. Genetic modification of sweet corn quality. *J Amer Soc Hort Sci*. 1971;96:441-444.
- Carey E, Dickinson D y Rodhes A. Sugar characteristics of sweet corn population from a sugary enhancer breeding program. *Euphytica* 1984;33:609-622.
- Rogers NK. Seed Co. Catálogo de semillas y hortalizas. Boise, Idaho 83711. E.U.A. 1976. 80p.
- Rodhes D. "Citing the sites"[en línea]: Sweet corn genetics: Documenting electronic. Sources on the Internet. 20 de agosto de 1997 <<http://www.hort.purdue.edu/rhodcv/hort410/sweetc/sw000009.htm>> [Consulta:4 de agosto de 1998]. 1997.
- Creech RG. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. *Genetics* 1965;52:1175-1186.
- Garwood DL, Mc Ardle FJ, Vanderslice SF y Shannon JC. Postharvest carbohydrate transformation and processed quality of high sugar maize genotypes. *J. Amer. Soc Hort Sci*. 1976;101(4):400-404.
- Wong AD, Juvik JA, Breeden DC y Swiader JM. Shrunken 2 sweet corn yield and the chemical components of quality. *J Amer Soc Hort Sci*. 1994;119 (4): 747-755.
- Olsen JK, Giles JE y Jordan RA. Postharvest carbohydrate changes and sensory quality of three sweet corn cultivars. *Scientia Hort*. 1990;44:179-189.
- Soberalske RM y Andrew RH. Gene effects on kernel moisture and sugars of near-isogenic lines of sweet corn. *Crop Sci*. 1978;18:743-746.
- 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.
- Association of the Analytical Chemists. AOAC. Official methods of analysis. 15ª Edición. Arlington Virginia. E.U.A. 1990. 1298p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°924-88. Determinación de sólidos solubles en frutas y productos derivados. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1988. 21p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°1337-78. Determinación de hongos y levaduras. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1978. 6p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°902-78. Determinación de bacterias aeróbicas mesófilas. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1978. 3p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma venezolana N°1104-84. Determinación del número más probable de coliformes fecales y echericha coli. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 1984. 12p.
- 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.
- Cartaya L, Ortiz de Bertorelli L y Bejarano A. Características físicas y químicas de los granos de maíz dulce de las variedades Pajimaca y Riqueza durante el proceso de maduración. *Agron Tropical*. 1991;41(5-6):205-214.
- Reyes FG, Varseveld GW y Kuhn MC. Sugar composition

- and flavor quality of high sugar (Shrunken) and normal sweet corn. *J Food Sci.* 1982;47:753-757.
19. Brecht JK, Sargent SA, Hochmuth RC y Tervola RS. Postharvest quality of super sweet (sh2) corn cultivars. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 1990;103: 283-288.
  20. Walker H. Spoilage of foods by yeast. *Food Technology* 1977;2:57-68.
  21. Lafuente B. La calidad de los productos congelados. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.* 1982;22(1):39-50.
  22. Andrews WH, Wilson CR, Poelema PL y Romero A. Comparison of methods for the isolation of salmonella from imported frog legs. *Appl Environ Microbiol.* 1977;33:65-68.
  23. Cobbleidick RH. "Citing the sites"[en línea]. Formerly plant industry branch, Vinelan station. Omafra. Horticultural. Crops. Advisor<[http://www.gov.ca/http:// www.gor.on.ca](http://www.gov.ca/http://www.gor.on.ca). [Consulta 3 de agosto, 1998]. 1998.

Recibido: 27-11-1999

Aceptado:25-05-2001

## Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortillas de maíz

Arámbula Villa Gerónimo, Barrón Ávila Laura, González Hernández J., Moreno Martínez Ernesto y Luna Bárcenas Gabriel

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad Querétaro-México,  
Universidad Autónoma de Querétaro

**RESUMEN.** La tortilla es uno de los alimentos más importantes en México y algunos países de Centroamérica. La gran mayoría de las tortillas consumidas en México se elaboran con masa de maíz procesado por el método tradicional de nixtamalización, el cual incluye las etapas de cocimiento y reposo. Durante estas etapas las propiedades fisicoquímicas y estructurales del grano se ven fuertemente afectadas, provocando cambios en las propiedades de la tortilla producida. En este trabajo se evaluaron los cambios en la humedad, viscosidad máxima, almidón dañado y cristalinidad en grano, masa y tortillas; adhesión y pérdida de peso en masas; y rolabilidad, elasticidad y fuerza al corte en tortillas, en función del tiempo de cocimiento y reposo, manteniendo constantes las condiciones de molienda y cocimiento de la tortilla. Se observó que la humedad del grano aumentó hasta 42 g/100g durante el tiempo total de cocimiento (45 min), y alcanzó un máximo (52-53 g/100 g) al someterlo a reposo durante 4 h. Las tortillas de todos los tratamientos mostraron buena rolabilidad. Todos los parámetros evaluados presentaron altos coeficientes de correlación con las propiedades de textura, medidas objetivamente, de las tortillas. El almidón dañado, fue la variable que mejor se correlacionó con el resto de las propiedades evaluadas, presentando altos coeficientes ( $R > 0,92$ ,  $p < 0,01$ ) con la humedad, viscosidad máxima y pérdida de peso, del grano, masa y tortillas producidas. Las tortillas con mejores características fueron las elaboradas con nixtamal con las siguientes características: humedad, nixtamal, 42-44 g/100 g, tortilla, 43-44 g/100 g; adhesividad de masa, 30-50 g; viscosidad máxima, nixtamal, 860-880 cp, tortilla, 490-510 cp; almidón dañado, nixtamal 14 g/100 g, tortilla, 35-37 g/100 g y pérdida de peso de masa a tortilla, 16 g/100 g.

**Palabras clave:** Tortilla, nixtamalización, maíz.

**SUMMARY.** Effects of cook and steep time of nixtamalized corn grain (*Zea mays L.*) on the physicochemical, rheological, structural and textural characteristics of grain, masa and tortillas. The corn tortilla is elaborated using corn grain masa processed by the traditional nixtamalization method, which consists of two steps: cooking and steeping. In these steps the physicochemical and structural properties are strongly affected, resulting in changes in the textural characteristics of the tortilla produced. In this work the effects of cooking and steeping time on the moisture content, amylographic profiles, crystallinity, weigh loss from masa to tortilla, starch damage, rollability, elasticity and cutting force for grain, masa and corn tortillas, were evaluated. The milling of the nixtamalized grain and the cooking of tortilla conditions were the same in all treatments. All tortillas samples showed a good rollability. The results show that the moisture content of corn grain was increased up to 42 g/100 g during the total cooking time (45 min), and it further increased to 52-53 g/100 g after when the cooked grain was steeped for 4h. All evaluated parameters showed high correlation coefficients with the texture properties of tortillas. The starch damage was the variable with the best correlation among all evaluated parameters. The correlation coefficients between starch damage and moisture content, weigh loss and maximum viscosity for corn grain, masa and tortillas were larger than 0,92 ( $p < 0,01$ ). The best tortillas were produced using nixtamal with the follow characteristics: moisture content of nixtamal, 42-44 g/100 g and tortilla, 43-44 g/100 g; adhesiveness of masa, 30-50 g; maximum viscosity of nixtamal, 860-880 cp and tortilla 490-510 cp; starch damage of nixtamal, 14 g/100 g and tortilla, 35-37 g/100 g, and weigh loss of tortilla during cooking, 16 g/100 g.

**Key words:** Tortilla, nixtamalization, corn.

### INTRODUCCION

El proceso de nixtamalización se ha empleado desde tiempos remotos para preparar la tortilla, uno de los alimentos

más importantes para la población de Meso América (1). Este proceso consiste en el cocimiento del grano de maíz en abundante agua, 1 kg de grano de maíz por 2 a 3 L de agua, adicionada con un álcali, preferentemente  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , y

sometido a temperaturas ligeramente menores a la de ebullición, durante 30 a 45 minutos, dependiendo de la dureza del maíz (>dureza >tiempo). Después del cocimiento, el grano cocido se deja reposar entre 12 y 14 horas en la solución alcalina. La solución alcalina, denominada nejayote, se desecha y el grano se lava ligeramente. Este producto se denomina nixtamal. El nixtamal se muele en molinos de piedras y se obtiene la masa. Esta se moldea en forma de discos aplanados de 12 a 18 cm de diámetro y entre 2 a 3 mm de espesor, después se cuece, colocándola sobre una superficie caliente (260-320°C) denominada comal, durante 27 s por un lado, se voltea y se deja durante 27 s, se vuelve a exponer por el primer lado, se deja durante el tiempo suficiente para que infle, momento en el que se retira del comal. La importancia de este alimento ha sido evaluada por muchos investigadores (2), los cuales han reportado infinidad de bondades entre las que se encuentran el aumento en la biodisponibilidad de las proteínas y del calcio (3).

Durante el cocimiento del grano se originan reacciones bioquímicas, entrecruzamientos e interacciones moleculares que modifican tanto las características fisicoquímicas, estructurales y reológicas de la masa, como las propiedades estructurales y de textura de la tortilla producida (4). Un alto porcentaje de estos cambios se debe a modificaciones en la estructura del almidón, principal componente químico del maíz con un 72-73 g/100 g (5). A diferencia de la masa de trigo, donde las propiedades reológicas, estructurales y de textura se modifican atendiendo a los cambios que se producen en las proteínas que lo forman, en el maíz es el almidón el que más influye en dichos cambios. Después de elaborado el nixtamal, se muele para convertirlo en masa. La masa obtenida de esta forma es una mezcla de material cocido en diferentes grados (6), la cual desarrolla propiedades de cohesión y adhesión características. En esta investigación se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, reológicas y estructurales del grano durante el cocimiento y reposo, y las características fisicoquímicas, estructurales y texturales de la masa y las tortillas elaboradas con el nixtamal producido.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

Se utilizó grano de maíz blanco grado alimenticio. La solución de cocimiento se hizo utilizando cal  $\text{Ca(OH)}_2$  grado alimenticio (El topo, Monterrey, N.L, México) y agua electropura comercial.

### Métodos

#### Elaboración de nixtamal

En un recipiente se colocaron 9 L de agua con 0,1 g/100 g de cal  $\text{Ca(OH)}_2$ , y se calentó hasta 92°C. Se adicionó 3 kg

de grano crudo de maíz. Se mantuvo a 92°C, hasta cocimiento del grano (45 min). Después de este tiempo, el nixtamal se retiró del fuego y se dejó reposar durante 12 h. Se tomaron muestras de grano desde el inicio del cocimiento hasta el final del reposo. Durante el cocimiento se tomaron muestras cada 10 min, y durante el reposo, cada 20 min al inicio y más espaciados posteriormente. Se hicieron tres repeticiones de todo el proceso y se tomaron varias muestras a cada tiempo predeterminado.

#### Elaboración de masa

La masa con características adecuadas para formar tortillas fue obtenida con nixtamal con más de 45 min de proceso (inmediatamente después del cocimiento y muestras con reposo). De los tratamientos de maíz con tiempos de cocimiento de 45 min y mayores, se tomaron muestras de 1 kg. De este kilogramo se tomaron 500 g y se hicieron algunas determinaciones. El resto se molió en un molino de piedras (FUMASA, mod. US-25) y se adicionó el agua suficiente hasta obtener masa con buena consistencia para elaborar tortillas. Se determinó la textura de la masa y se elaboraron las tortillas.

#### Elaboración de tortillas

Las masas adecuadas para hacer tortillas, se amasaron durante tres minutos y se troquelaron en una máquina tortilladora manual de rodillo (Casa Herrera, México). Las características físicas de las tortillas fueron: diámetro 12 cm; espesor, 1,85 mm; y peso de  $28 \pm 2$  g. Las tortillas se sometieron a cocimiento en un comal metálico, a 260-320°C, utilizando los siguientes tiempos: 25 s por un lado, 26 por el otro lado y hasta inflar por el primer lado. Seis tortillas de cada tratamiento se colocaron en servilletas de tela y se guardaron para analizarlas 30 min después de elaboradas. El resto se almacenaron a temperatura ambiente, envueltas en servilleta de tela, para analizarlas 12 h después de elaboradas, previo calentamiento en un horno de microondas (Gold Star, mod. MA-1465M) a plena potencia por 3 minutos.

#### Humedad del nixtamal y tortillas

La humedad del nixtamal y las tortillas se determinó utilizando la técnica 22-45 de la AACC (7). Se tomaron 2 g de muestra previamente molidas en un molino (Braun, tipo 4-041, mod. KSM-2) y se colocaron en una estufa de secado (Felisa, mod. FE-2434) durante 2 h a 135°C. La humedad se obtuvo por la diferencia de peso antes y después de deshidratado el material.

#### Viscosidad máxima (RVA)

Esta determinación se obtuvo de grano nixtamalizado, deshidratado y molido. Se realizó utilizando el equipo Rapid Visco Analyzer (RVA-3D). Se colocaron 3 g de muestra,

ajustadas a 14 g/100 g, de humedad, y suficiente agua hasta completar 28 g. Se obtuvieron las curvas aplicando un ciclo de calentamiento y enfriamiento de la forma siguiente: inició en 50°C, permaneció en esta temperatura por un minuto, enseguida se aplicó una rampa de elevación de temperatura de 7,5°C/min hasta alcanzar 92°C, permaneció en esta temperatura durante 5 min, luego enfrió con la misma razón del calentamiento (7,5°C/min) hasta 50°C, permaneció a 50°C durante 1 min y terminó la prueba a los 22 min. De la curva se obtuvo la viscosidad máxima desarrollada en centipoises.

#### **Difracción de rayos-x y porcentaje de cristalinidad**

Para estas determinaciones se utilizó un difractómetro de rayos-x, marca Perkin-Elmer, modelo 234. Se tomaron muestras de material molido (grano, nixtamal, masa y tortilla) y se pasó por la malla No. 60 (Mont Inox USA). Se colocaron en el portamuestras y se hizo el barrido desde 20 hasta 60° en la escala  $2\theta$ . Para obtener el porcentaje de cristalinidad se obtuvo el área total bajo la curva de difracción, incluyendo los picos, y se restó el área correspondiente a la difracción no-coherente. El área de los picos del maíz crudo se consideró como el 100% de cristalinidad.

#### **Porcentaje de almidón dañado**

Esta determinación se hizo de acuerdo al método 76-31, AACC (7). Se utilizó un espectrofotómetro UV-Visible, marca Perkin-Elmer, modelo Lambda 3.

#### **Adhesividad de masas**

Este parámetro se obtuvo utilizando el equipo Texture Analyzer TA-XT2 (Texture Technologies Corp., Scardale, N.Y./Stable Micro System, Godalming, Surrey, U.K.) con el accesorio TA-90 (esfera de acero inoxidable, 4 mm de diámetro). Las condiciones de prueba fueron: velocidad de desplazamiento, 2 mm/s, distancia de trayectoria, 3 mm. Las muestras de masa, moldeadas en forma de anillo de 12 mm de alto y 70 mm de diámetro se colocaron en una superficie metálica lisa, y se hizo introducir el accesorio del texturómetro. Se obtuvo la fuerza a la adhesión (tensión) en gramos fuerza.

#### **Pérdida de peso durante el cocimiento de la tortilla**

Este parámetro se determinó calculando el porcentaje en peso del material perdido durante el cocimiento de la masa a tortilla, pesando la tortilla antes y después de cocida, en una balanza granataria de triple brazo (Ohaus, cap. 2200 g). Se reportó en porcentaje en peso.

#### **Pruebas de textura de tortillas**

##### **Rolabilidad**

La rolabilidad de las tortillas, capacidad que tienen las tortillas para hacerse en forma de taco sin que se rompan, se

determinó usando el método propuesto por Bedolla (8). La tortilla completa, 30 min después de elaborada, se enrolló alrededor de una varilla de vidrio de 2 cm de diámetro y se observó el grado de rompimiento. El grado de rompimiento de las tortillas se evaluó en forma subjetiva utilizando una escala del 1 al 5, donde 1 correspondió a un rompimiento de 0%, 2, a un rompimiento de 1 a 25%, 3, de 26 a 50%, 4, de 51 a 75% y 5 desde 76 a 100% de rompimiento de la longitud de la tortilla.

#### **Elasticidad y corte**

Para la prueba de elasticidad se cortó una tira, en forma de probeta ("I"), de la parte central de la tortilla, evitando los bordes. Las dimensiones de la tira fueron 3,5 x 2 cm, y 1,8 cm en la parte delgada de la tira. La prueba de elasticidad se obtuvo utilizando el equipo Texture Analyzer TA-XT2, con el accesorio TA-65. Este accesorio son unas pinzas de retención en las que se colocó la tira de tortilla y se sometió a tensión hasta lograr el rompimiento. De la curva resultante se obtuvo la pendiente desarrollada hasta el punto de rompimiento, considerándose ésta última como la elasticidad de la tortilla (>valor <elasticidad). Las condiciones de prueba fueron: velocidad 2 mm/s, distancia de tensión, 15 mm. Para las determinaciones de corte se utilizó el mismo equipo con el accesorio TA-34, el cual es una cuchilla plana de 10 cm de largo por 4 mm de ancho. Para esta prueba se utilizaron las mismas tiras de tortillas utilizadas en las pruebas de elasticidad, realizando el corte en la parte central de la forma. Las condiciones para esta prueba fueron: velocidad 2 mm/s, distancia de compresión, 15 mm.

#### **Análisis estadístico**

Para el estudio de la cinética de cocimiento y reposo se utilizaron los siguientes tiempos: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 90, 120, 180, 300, 540 y 1440 min. Se hicieron tres repeticiones de todo el proceso y al menos dos mediciones por cada tiempo preestablecido. El análisis de datos para obtener las medias y desviaciones estándar se hizo utilizando el paquete estadístico SAS (9).

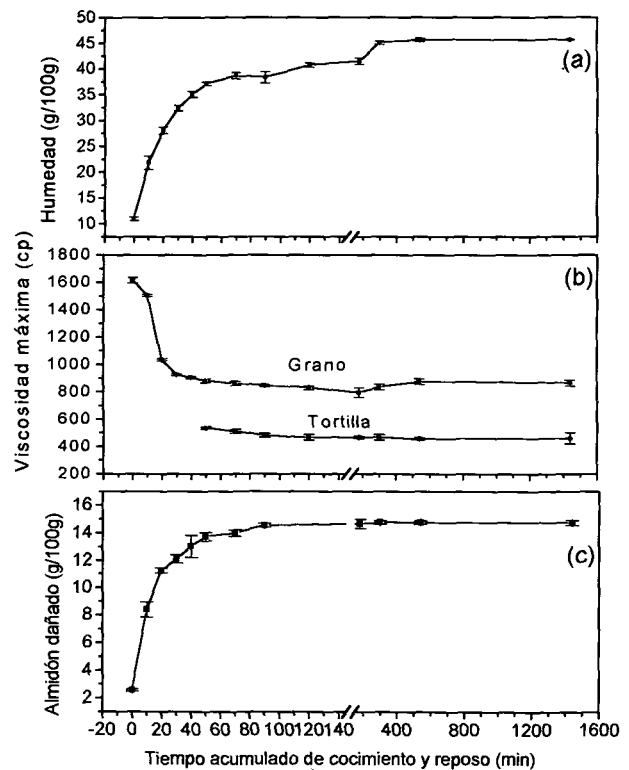
## **RESULTADOS Y DISCUSION**

En la Figura 1 se presentan la humedad, la viscosidad máxima desarrollada y el porcentaje de almidón dañado del grano de maíz en función del tiempo acumulado de cocimiento y reposo para la producción de masa nixtamalizada para elaborar tortillas. En la Figura 1a se observa un aumento de la humedad del grano durante el cocimiento (45 min) y parte del reposo. Se puede observar que durante el cocimiento alcanzó una humedad máxima de alrededor de 37 g/100 g, y durante el reposo (después de los

primeros 45 min) aumentó en aproximadamente 10 /100 g, alcanzando una humedad total que se estabiliza en aproximadamente 47 g/100 g. Esta humedad es similar a la reportada por Serna-Saldivar et al. (2). La difusión del agua hacia el interior del grano es lenta, debido a la composición estructural del mismo, por lo que para lograr el aumento de humedad se requiere aplicar tiempos prolongados de reposo (10). El tiempo necesario para lograr la humedad de saturación en el grano de maíz cocido, osciló entre 4 y 5 h de reposo. La humedad del grano es un parámetro importante ya que las características de textura de las tortillas dependen, en un alto grado, de la humedad que logra el grano al nixtamalizarse (11). Al procesar el grano, inmediatamente después del tiempo de cocimiento, se obtuvieron masas y tortillas con textura no adecuada. En la Figura 1b se presenta la viscosidad máxima desarrollada por los tratamientos evaluados, del grano nixtamalizado y de tortillas elaboradas con éstos. Este parámetro está relacionado inversamente con el grado de gelatinización de los almidones. Un almidón, después de gelatinizado y deshidratado, al rehidratarse no desarrolla viscosidad, y por el contrario uno nativo tiende a desarrollar la viscosidad a su máxima capacidad. En esta figura se observa que al aumentar el tiempo de cocimiento, la viscosidad máxima desarrollada disminuyó hasta estabilizarse en aproximadamente 850 cp (materiales con más de 2 h de proceso). La gelatinización de los almidones se observa principalmente durante el tiempo de cocimiento (primeros 45 min), ya que es donde disminuyó fuertemente la viscosidad desarrollada por los materiales. Después de retirar el recipiente del fuego, como la mezcla (grano de maíz y nejayote) permaneció caliente, las reacciones de gelatinización continuaron hasta que dicha mezcla alcanzó temperaturas por debajo de 68-70°C, la cual es la temperatura de gelatinización del almidón del maíz. En la misma Figura se presenta la viscosidad máxima que desarrollaron las tortillas elaboradas con las masas obtenidas del maíz procesado con diferentes tiempos acumulados de cocimiento y reposo. Las tortillas presentaron la misma tendencia de viscosidad que el grano. En general, todos los valores determinados en las muestras de tortillas fueron menores que los encontrados en granos. Un comportamiento similar fue reportado por Rodríguez et al. (4). La disminución de la capacidad de desarrollar viscosidad de las masas antes y después de transformarlas en tortillas es producto de los procesos térmicos a que fue sometido el grano después de nixtamalizado: la molienda y el cocimiento de la tortilla, considerándose a este último como el más severo. La disminución de la viscosidad máxima fue de aproximadamente 43% por debajo que los mismos materiales en forma de nixtamal.

FIGURA 1

Humedad (a), viscosidad máxima (b) y almidón dañado (c) de grano nixtamalizado a diferentes tiempos acumulados de cocimiento y reposo. Valor promedio y error estándar de tres repeticiones con dos mediciones a cada tiempo



Una forma de evaluar la degradación de los almidones es mediante la determinación del almidón dañado. En la Figura 1c se presenta la evolución de la degradación del almidón durante el cocimiento y reposo del grano de maíz. En esta figura se puede observar que el almidón dañado aumentó rápidamente hasta estabilizarse en alrededor de 14 g/100 g, con una tendencia inversa al desarrollo de viscosidad. El daño del almidón fue debido principalmente a la gelatinización ocasionada por el cocimiento y el reposo aplicado al grano.

Las pruebas de textura de masa y tortillas se realizaron con los materiales con tiempos acumulados de cocimiento y reposo mayores de 60 min (45 min de cocimiento más 15 min de reposo), ya que las masas de grano con tiempos de proceso menores, no fue posible obtener tortillas. En la Figura 2a se presenta el comportamiento de la fuerza a la adhesión de las masas. En esta figura se puede observar que este

parámetro presenta un máximo para materiales con tiempos acumulados de cocimiento y reposo de 120 min. Después de este tiempo disminuye hasta estabilizarse después de 4 h. En las masas de maíz se requiere un rango de adhesividad para que el material se pueda troquelar (11). Un material sin adhesividad no presenta consistencia para formar la tortilla, y por el contrario una masa demasiado adhesiva (chiclosa) no permite formar la tortilla, ya que se pega al troquelador y no permite ser transportada al comal para su cocimiento. En este experimento, aunque las masas con mas de 60 y menos de 120 min de cocimiento y reposo, no tuvieron la consistencia adecuada, se procesaron y se obtuvieron tortillas para evaluar estos efectos en el producto final. Las masas elaboradas con nixtamal con tiempo total de cocimiento y reposo de 4 h y mayores, presentaron muy buenas características de adhesión para formar tortillas, ya que se maquinaron sin problema alguno.

Un parámetro importante, desde el punto de vista comercial, es el porcentaje de pérdida de agua durante el cocimiento de la tortilla, ya que se ve reflejado en el rendimiento total. En la Figura 2b se puede observar que las tortillas elaboradas con materiales con tiempos totales de cocimiento y reposo menores de 120 min presentaron los mayores porcentajes de pérdidas de agua durante el cocimiento de tortilla, estabilizándose este parámetro, después de este tiempo. Este efecto se debe probablemente a que estos tiempos de cocimiento y reposo son menores a los requeridos para que el agua penetre al grano e interaccione con el resto de los componentes. Esto permite un mayor ligamiento del agua evitando sea eliminada fácilmente durante el calentamiento.

Al analizar la rolabilidad se observó que todas las tortillas elaboradas con los materiales con más de 180 min de procesamiento de cocimiento y reposo, presentaron una calificación de 1 (buena rolabilidad), por lo que esta determinación subjetiva no arrojó diferencias entre los tratamientos evaluados.

En la Figura 3 se presentan los resultados de humedad de las tortillas elaboradas y sus principales características de textura, elasticidad y fuerza al corte. En la figura 3a se puede observar que, al igual que en el grano nixtamalizado, las tortillas producidas con masa de nixtamal procesado con los menores tiempos totales de cocimiento y reposo, presentaron la humedad más baja, menor de 40 g/100 g. La tortilla con muy baja humedad es quebradiza y con características de textura muy pobres. La humedad de las tortillas elaboradas con masa de nixtamal procesado con tiempos de cocimiento y reposo mayores de 180 min, alcanzó un máximo de 48 g/100 g, siendo adecuadas en textura. Se ha reportado una buena correlación entre las características de las tortillas y el contenido de humedad de las mismas, a mayor humedad

mejores características de textura (12). En la figura 3b y c se presentan los resultados obtenidos para las variables de textura de las tortillas producidas. En la figura 3b y 3c se puede observar que las tortillas con poco tiempo de proceso (< 120 min) presentaron poca elasticidad y requirieron altas fuerzas para su corte, esto es, son duras y con poca elasticidad. Estos parámetros se estabilizaron después de los 120 min. Las tortillas con tiempos de proceso mayores que 120 min presentaron características de textura adecuadas para ser consumidas. Este comportamiento establece que después del cocimiento del grano, este requiere un cierto tiempo de reposo para, además de absorber mayor humedad, desarrolle características de consistencia de masa adecuadas que se ven reflejadas en buenas características de textura de las tortillas producidas.

FIGURA 2

Adhesión (a) y pérdida de peso durante cocimiento de tortilla (b), de masas de grano nixtamalizado con diferentes tiempos acumulados de cocimiento y reposo. Valores promedio y error estándar de tres repeticiones y dos mediciones a cada tiempo

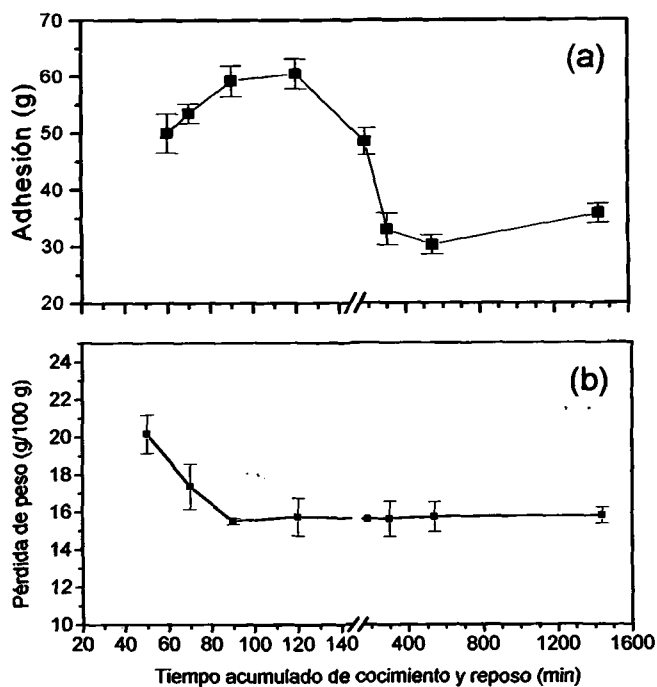
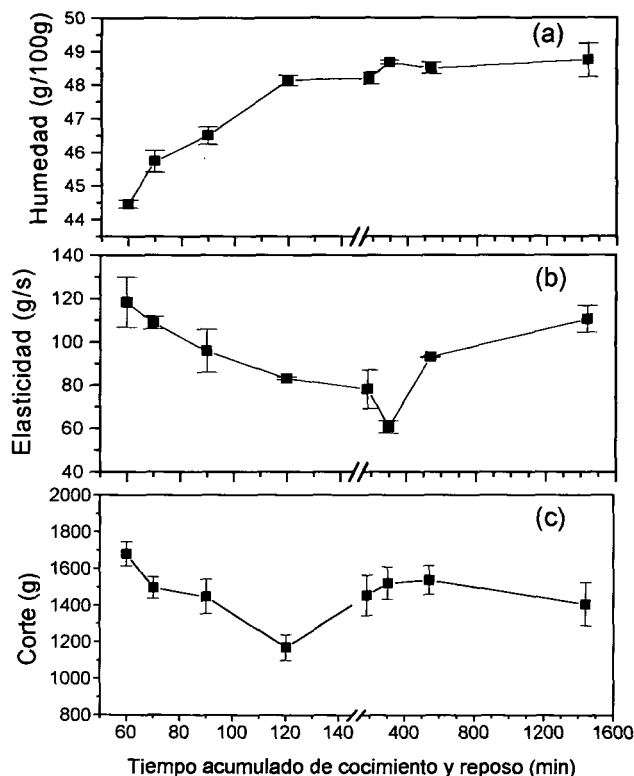


FIGURA 3

Humedad (a), elasticidad (b) y fuerza al corte (c) de tortillas de masas de grano nixtamalizados a diferentes tiempos acumulados de cocimiento y reposo. Valor promedio y error estándar de tres repeticiones con dos mediciones a cada tiempo

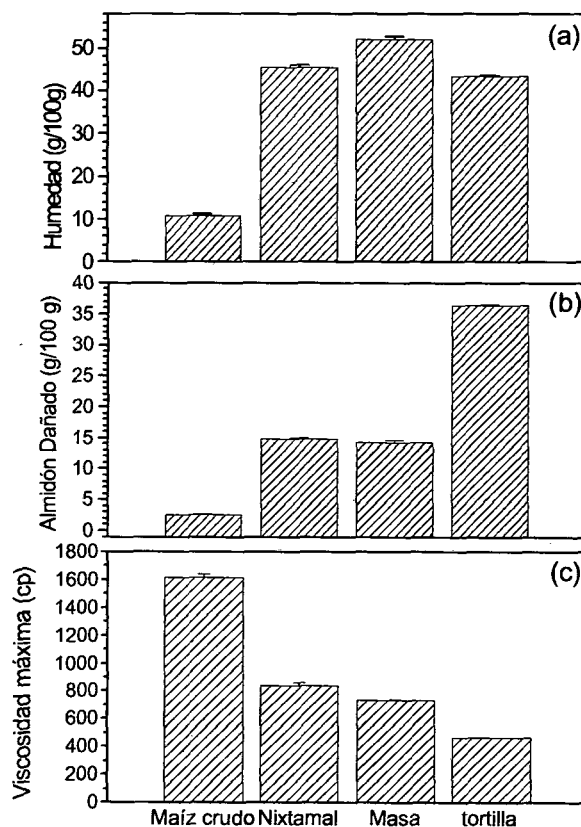


Al analizar la humedad que desarrolló el maíz durante las etapas de proceso en la producción de tortillas, desde grano hasta tortilla (Figura 4a), se puede observar que la mayor absorción de agua se presentó en la etapa de grano crudo a nixtamal, lográndose aumentar desde 12 g/100 g en maíz crudo, hasta 50 g/100 g después de 4h de tiempo total de cocimiento y reposo. El cambio de humedad de nixtamal a masa es poco ya que solo representa el agua que se adiciona para producir masa con la consistencia adecuada para formar la tortilla. Se observó una disminución de humedad cuando se transformó de masa a tortilla, debido a que la masa se sometió, en forma de tortilla, a cocimiento. Esta disminución de humedad fue por efectos de la evaporación del agua durante el tiempo en que la masa está en contacto con la superficie caliente (260-320°C). En el caso del almidón dañado (Figura 4b), se observó que un cierto porcentaje del daño, se ocasionó durante el cocimiento del grano, sin embargo, el mayor daño se produjo durante el cocimiento de la tortilla (transformación

de masa a tortilla). Durante esta última etapa todos los componentes de la masa, incluyendo los gránulos de almidón, están directamente expuestos al comal caliente, lo que les provoca un daño considerable. Durante el cocimiento del grano, este es expuesto a altas temperaturas en presencia de abundante agua por tiempos prolongados, sin embargo, la propia estructura compacta del grano actúa como un regulador del calor y del agua que ingresan al mismo. Para el desarrollo de viscosidad (viscosidad máxima), se observó (Figura 3c) que el mayor porcentaje en disminución se presentó al transformar el grano de maíz a grano nixtamalizado, debido a la gelatinización parcial de los gránulos de almidón durante el cocimiento y reposo. En las siguientes etapas, la gelatinización sufrida por los almidones y por consecuencia el desarrollo de viscosidad fue menor.

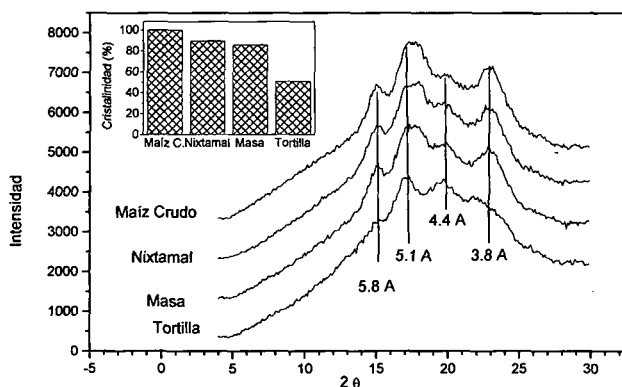
FIGURA 4

Humedad (a), almidón dañado (b) y viscosidad máxima (c) del maíz durante las etapas de procesamiento en la elaboración de la tortilla. Valor promedio y error estándar de tres repeticiones y dos mediciones por producto



En la Figura 5 se presentan los difractogramas de rayos-x y la cristalinidad del maíz durante las etapas del proceso de elaboración de tortillas. En esta figura se observa que todos los materiales presentaron los picos de difracción característicos del almidón de maíz. Para cada uno de los picos cristalinos se indica el espaciamiento planar correspondiente en 3,8; 4,4; 5,1 y 5,8 Å. También se puede observar que la cristalinidad del material disminuye conforme avanzan las diferentes etapas del proceso. Los picos correspondientes a 3,8; 5,1 y 5,8 Å, característicos de un almidón del tipo A, tienden a disminuir y el de 4,4 Å que corresponde a un almidón del tipo A+V se hace presente. Este comportamiento es acorde al reportado por Zobel (13), quien evidencia que al someter el almidón de tipo A, a un proceso térmico húmedo, este cambia a una estructura del tipo A+V. La mayor pérdida de cristalinidad se observó al pasar de masa a tortilla. Este parámetro concuerda con los resultados de viscosidad máxima presentados en este artículo, los cuales están asociados al grado de gelatinización de los gránulos de almidón del maíz. Al aumentar el grado de gelatinización disminuye tanto el grado de cristalinidad como la viscosidad máxima (12).

FIGURA 5  
Difractogramas de rayos-x, y cristalinidad del maíz durante las etapas de proceso en la elaboración de la tortilla



Al correlacionar las variables evaluadas, la que presentó los más altos coeficientes, fue el almidón dañado. Al aumentar el porcentaje de almidón dañado, se elevó el contenido de humedad tanto en grano como en tortilla ( $R = 0,94241$   $p < 0,0001$  y  $R = 0,87812$   $p < 0,0001$ ), y se obtuvo la menor pérdida de peso durante el cocimiento de tortilla ( $R = -0,81791$ ,  $p < 0,0005$ ). Este comportamiento se debe probablemente al hecho de que al haber mayor daño del

gránulo de almidón, los enlaces hidroxilos de la amilosa y amilopectina quedan más expuestos y se enlazan fuertemente con las moléculas de agua (agua ligada). Esto hace que el gránulo retenga mayor cantidad de agua, pero menos disponible para reacciones bioquímicas, perdiéndose en menor cantidad al someter a cocimiento la tortilla, ya que como se sabe el agua no-ligada es la que primeramente se evapora. Además al elevar el porcentaje de almidón dañado disminuyó la viscosidad máxima desarrollada tanto del grano ( $R = -0,91938$ ,  $p < 0,0001$ ) como de la tortilla ( $R = -0,86230$ ,  $p < 0,0001$ ). Los almidones desarrollan su mayor viscosidad cuando están intactos. Al someterlos a tratamientos térmico-húmedos se gelatinizan y se refleja en un aumento en el porcentaje de almidón dañado, así como en la disminución del desarrollo de viscosidad al tratar de formar el gel.

## CONCLUSIONES

Durante el cocimiento del grano de maíz se produce un aumento de humedad, la cual se eleva en 10 g /100 g más, durante el reposo. Durante el reposo se presentan los fenómenos de difusión del agua al interior del grano, lo que origina cambios bioquímicos en su estructura molecular que modifica las características fisicoquímicas, reológicas y texturales del nixtamal, masa y tortillas. Para obtener masas y tortilla con buenas características fisicoquímicas y de textura es necesario que el grano de nixtamal alcance la humedad de estabilización. Esto se logra con al menos 4 h de reposo después del periodo de cocimiento. Las características como la humedad, desarrollo de viscosidad y almidón dañado, presentan altas correlaciones entre sí y con las características de textura de las tortillas elaboradas. Las tortillas con las mejores propiedades de textura corresponden a materiales con las siguientes características: humedad, nixtamal 42-44 g/100 g, tortilla, 43-44 g/100 g; adhesión de masa, 30-50 g; viscosidad máxima desarrollada, nixtamal, 860-880 cp, tortilla, 490-510 cp; porcentaje de almidón dañado, nixtamal 14 g/100 g, tortilla, 35-37 g/100 g, y pérdida de peso de tortilla, 16 g/100 g,

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la participación de Gutiérrez A. E., Gaytán, M. M. y Hernández, M. A. por su asistencia técnica en parte de esta investigación.

## REFERENCIAS

1. Reyes CP. El maíz y su cultivo. edit. AGT Editor S.A., 1ra. edición. México, D.F. 1990, p.85.
2. Serna-Saldívar SO, Gómez MH and Rooney L.W. Technology, chemistry and nutritional value of alkaline-cooked corn

- products. Cap. 4. En: *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. X., Y. Pomeranz (Ed.) American Association of Cereal Chemist. St. Paul MN. 1990, p. 243-307.
3. Trejo-González A, Feria-Morales A and Wild-Altamirano C. The roll of lime in the alkaline treatment of corn for tortilla preparation. En: *Adv. Chem. Series*. No. 198. Eds. R. E. Feeney and J. R. Whitaker. American Chemical Society. 1982, p. 245-263.
  4. Rodríguez ME, Yañez JM, Figueroa JDC, Martínez BF, González-Hernández J and Martínez-Montes JL. The influence of slaked lime content on the processing conditions of cooked maize tortillas: changes of Thermal, structural and rheological properties. *Z Lebensm Unters Forsch*. 1995;201:236-240.
  5. Inglett GE. *Corn: culture, processing, products*. ed. AVI Publishing Company, Inc., London, Eng. 1970. p.145.
  6. Gómez MH, Waniska RD and Rooney LW. Effects of nixtamalization on grinding conditions on the starch in masa. *Starch/Stärke* 1990;42: 475-482.
  7. American Association of Cereal Chemists. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 8th ed. St. Paul MN. 1993. Vol. I y II. p. 296.
  8. Bedolla S. Development and characterization of instant tortilla flours from sorghum and corn by infra-red cooking (micronizing) and extrusion cooking. Ph. D. Dissertation, Texas, A&M University, College Station. 1983. p. 207.
  9. Statistical Analysis System (SAS). *SAS User's guide*. Version 6 edition the Institute Cary NC. 1989. p. 438.
  10. Vagenas GK and Karathanos VT. Predictions of Moisture Diffusivity in Granular Materials, with Special Applications to Foods. *Biotechnol. Prog.* 1991;7: 419-426.
  11. Ramirez-Wong B, Sweat VE, Torres PI. and Rooney LW. Cooking time, grinding, and moisture content effect on fresh masa texture. *Cereal Chem.* 1994;71: 337-343. 1
  12. Arámbula VG, Mauricio SRA, Figueroa JDC, González-Hernández J and Ordorica FCA. Corn Masa and Tortillas from Extruded Instant Corn Flour Containing Hydrocolloids and Lime. *Journal of Food Science*. 1999;64 (1):120-124.
  13. Zobel, H. F. Starch Crystal Transformation and their Industrial Importance. *Starch/Stärke*, 1998;40:1-4.

Recibido; 28-09-2000

Aceptado: 12-06-2001

## Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor Kunitz

*Edna Mayumi Yuahasi Miura, Marco Aurélio R. Binotti, Daliane Souza de Camargo, Ivone Yurika Mizubuti, Elza Louko Ida*

Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina

**RESUMO.** Cultivar de soja BR 36 com atividades de inibidores de tripsina convencional e linhagem BRM 95-5262, geneticamente modificadas para conter baixas atividades de inibidores de tripsina, contendo 40 e 20 e 30 e 20% de atividades residuais relativa de inibidores de tripsina, respectivamente, foram utilizados para ensaios biológicos com ratos. Os valores médios de PER e NPR indicaram que os tratamentos de soja crua foram inferiores aos tratamentos de soja processada termicamente. Entretanto, para tratamentos de soja processada termicamente não houveram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ). Porém, quando as atividades de inibidores de tripsina foram de 8,61 e 8,44 UIT/mg de amostra ou 20 e 30% de atividades residuais relativa das respectivas sojas BR 36 e BRM 95-5262, observou-se que os valores médios de PER e NPR não foram significativos. Os valores médios de CDA e CDV dos tratamentos de sojas cruas foram inferiores à caseína e similares aos tratamentos de sojas processadas termicamente. Portanto, pode-se concluir que a avaliação biológica obtida com a proteína de soja foi dependente das atividades iniciais de inibidores de tripsina e do seu respectivo tratamento térmico e houve vantagem na utilização da soja BRM95-5262 com baixas atividades de inibidores de tripsina.

**Palavra chave:** Soja, inibidores de tripsina, ensaio biológico, ratos.

**SUMMARY. Biological evaluation of soybean line with low trypsin inhibitor activities.** The soybean cultivar BR 36 with conventional levels of trypsin inhibitors activity and the soybean line BRM95-5262, which was genetically selected to contain low activity of trypsin inhibitors were used for biological assays with rats. BR 36 and BRM95-5262 contained 40 and 20, and 30 and 20% of relative residual activity of trypsin inhibitors, respectively. The mean values of PER and NPR showed that treatments with crude soybeans were minor than treatments with soybean thermally processed. However, the treatments of thermally processed soybean did not showed significative differences ( $p \geq 0.05$ ). When the trypsin inhibitors activity were 8.61 and 8.44 UIT/mg of samples or 20 and 30% of relative residual activity of cultivar BR 36 and line BRM95-5262, respectively, it was observed that mean values of PER and NPR were not significatives. The mean values of CDA and CDV of treatments with crude soybeans were minor than treatment with casein and similar to the treatments with soybean thermally processed. So, it can be concluded that the biological evaluation obtained with soybean protein were dependent of initial trypsin inhibitors activities and of its respective thermal treatment. There was advantage in the use of BRM95-5262 soybean line with low trypsin inhibitors activity.

**Key words:** Soybean, trypsin inhibitors, biological assay, rats.

### INTRODUÇÃO

A soja tem sido amplamente utilizada como fonte de óleo comestível e proteína para alimentação humana e animal. A existência da soja é descrita desde 1000 anos antes de Cristo no Japão e na China e somente a partir do século XIX esta leguminosa passou a ter importância econômica.

A farinha de soja contém cerca de 40% de proteína e a partir do desengorduramento é possível produzir vários produtos para consumo humano e animal, tais como, concentrados, isolados e texturizados protéicos (1).

A soja tem sido descrita por conter antinutrientes que limitam a sua utilização. O mais importante e extensivamente investigado dos antinutrientes protéicos foram os inibidores de proteases (2). Estes antinutrientes apresentam

especificidade de inibir as enzimas proteolíticas e, conseqüentemente, reduzem a digestão protéica de alimentos, proporcionando diminuição no ganho de peso e crescimento dos animais (3). Desta forma, para aumentar o valor nutricional da soja e seus produtos, há necessidade de processamentos térmicos para inativá-los.

Com finalidade de reduzir custos no processamento de soja e diminuir os teores destes antinutrientes, foram desenvolvidos cultivares de soja com baixo teor de inibidor de tripsina (IT) e ausência do inibidor Kunitz. Tem-se também investigado cultivar com ausência do inibidor Bowman-Birk. Cultivares livres desses dois inibidores de tripsina também tem sido investigado (4).

Comercialmente, já existe cultivar de soja com ausência do inibidor Kunitz. Porém, para maximizar o valor nutricional

seria necessário processamento térmico menos drástico quando comparado com cultivar de soja com atividades de IT convencional (5,6), bem como manutenção da qualidade protéica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar alguns parâmetros biológicos da linhagem de soja com baixas atividades de IT e ausência do inibidor Kunitz.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria prima e ensaios analíticos

Foram utilizados cultivar de soja BR36 com atividades de IT convencional e linhagem BRM 95-5262 com baixa atividade de IT e ausência do inibidor Kunitz. A linhagem BRM 95-5262 foi proveniente do cruzamento das linhagens Paraná (2) com PI 157440 (com ausência de inibidor de tripsina Kunitz). Estas amostras foram cedidas pela Embrapa/CNPsoja (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina - Pr).

A atividade dos inibidores de tripsina (AIT) foi determinada conforme metodologia preconizada por Kakade et al. (7), com modificação no processo de extração segundo Liu & Markakis (8). A determinação de proteína bruta foi realizada de acordo com AOAC(9).

### Processamento térmico

As amostras de soja foram previamente moidas e desengorduradas. Em seguida, ajustou-se para 16% de umidade com adição de água destilada. O processamento térmico foi feito em banho maria a 95°C com fixação da porcentagem de atividade residual relativa de IT (Tabela 1) em 40 e 20 e 30 e 20% de atividades residuais relativa de IT para BR 36 e BRM 95-5262, respectivamente.

TABELA 1

Tempo de retenção em minutos do processamento térmico (95°C) para obtenção das amostras

Soja	Tempo (min)	AIT (UIT/mg)	% IT*
BR 36	0	43,06	100
	43	17,22	40
	126	8,61	20
BRM 95-5262	0	28,15	100
	14	8,44	30
	31	5,63	20

\* % IT = porcentagem de atividades residuais relativa de IT  
AIT = atividade dos inibidores de tripsina  
UIT/mg = unidade inibidora de tripsina/mg

### Delineamento estatístico e ensaio biológico com ratos

Os ensaios biológicos foram conduzidos no biotério do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos

da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizados 56 ratos machos da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus* var. *albinus*, Rodentia) com 21 a 23 dias de idade e recém desmamados.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 7 repetições, considerando cada animal como uma repetição. Os tratamentos foram: T1 = aptotérico; T2 = caseína; T3 = cultivar BR36 cru; T4 = cultivar BR36 com 40% da atividade residual relativa de IT; T5 = cultivar BR36 com 20% da atividade residual relativa de IT; T6 = linhagem BRM 95-5262 cru; T7 = linhagem BRM 95-5262 com 30% da atividade residual relativa de IT e T8 = linhagem BRM 95-5262 com 20% da atividade residual relativa de IT.

Para as análises estatísticas utilizou-se o programa SAS. Foram feitas análises de variâncias e teste de Tukey para verificar diferenças entre médias.

Com exceção da ração aptotérica, todas as rações foram formuladas para conter 10% de proteína bruta, conforme recomendações da AOAC (9). Para atender as exigências nutricionais dos ratos, todas as rações foram balanceadas para conter 3.800 kcal de energia metabolizável (EM) por kg. A Tabela 2 apresenta a composição das rações experimentais. As misturas de minerais e vitaminas foram obtidas comercialmente da empresa Nuvital. Foi utilizado como fibra a a - celulose de procedência Sigma.

TABELA 2  
Composição das rações experimentais

Ingredientes	Rações experimentais							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Caseína	-	12,31	-	-	-	-	-	-
BR 36	-	-	18,18	18,18	18,18	-	-	-
BRM 95-5262	-	-	-	-	-	21,75	21,75	21,75
Óleo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Minerais	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Vitaminas	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fibra	13,465	13,55	8,805	8,805	8,805	7,68	7,68	7,68
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados								
PB (%)	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
EM (kcal/kg)	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800	3.800

PB = proteína bruta ; EM = energia metabolizável

Os animais foram distribuídos em gaiolas metabólicas individuais apropriadas para permitir a coleta individual de fezes. A água e a ração foram fornecidos a vontade durante todo o período experimental de 28 dias e as fezes foram coletadas na terceira e quarta semana e pesadas, secas a 40°C e armazenadas para posterior análises.

A relação de eficiência protéica (PER) foi determinada conforme o método descrito pela AOAC (9) e o quociente de eficiência líquida da proteína (NPR) de acordo com

metodologia descrita por Walker (10), utilizando médias de ganho de peso e consumo de proteína durante 28 dias. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e verdadeira (CDV) foram determinados conforme procedimentos descritos por Urbano et al. (11) e Sullivan & Carpenter (12), respectivamente, utilizando dados de consumo de nitrogênio excretado durante a terceira e quarta semana.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise de variância para os valores biológicos de PER, NPR, CDA e CDV indicou que houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos.

Os valores médios de PER, NPR, CDA e CDV dos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 3. Os valores de PER do padrão caseína diferiram dos tratamentos de soja cruas. Entretanto, os tratamentos de soja processadas termicamente não diferiram do padrão caseína, indicando desta forma, a eficiência do processamento térmico com relação ao valor de PER. Os valores médios de PER de 1,08 e 1,24 dos tratamentos de soja BR 36 e BRM 95-5262 cruas, respectivamente, não diferiram entre si, sendo inferiores aos valores médios de 1,45 descritos por Kakade, Hoffa & Liener (13). O maior valor médio de PER encontrado para o tratamento BRM95-5262 com 20% de atividades residuais relativas foi de 2,24, sendo que estes valores estão próximos aos descritos por Ologhobo (14) para farinha de soja processada em autoclave e tostada e inferiores aos relatados por Kakade et al.(13) e Anderson et al.(15). Friedman (16), na sua revisão de literatura sobre o valor de proteínas de diferentes fontes alimentares, descreveu que geralmente o valor de PER acima de 2,00 está relacionado com proteína de boa a alta qualidade e o valor de PER abaixo de 1,5, com proteína de qualidade baixa a pobre.

Os tratamentos de soja com 20% de atividades residuais relativa de IT apresentaram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os valores de PER. Isto, possivelmente foi devida a diferença nas quantidades de unidades inibidoras de tripsina (BR 36/20% com 8,61 UIT/mg e BRM 95-5262/20% com 5,63 UIT/mg de amostra). Com isso, os resultados de PER indicaram que seriam necessários mais tempo de processamento térmico para que a soja BR 36 tenha valor de PER similar ao BRM 95-5262 com 20% de atividades residuais relativa. Considerando as mesmas atividades de IT ao redor de 8,5 UIT/mg de amostra, neste caso BR36 e BRM95-5262 com 20 e 30% de atividades residuais relativa de IT respectivamente, observou-se que os valores médios de PER não foram significativos ( $p \geq 0,05$ ). Portanto, para avaliação biológica da proteína é importante também, considerar a concentração inicial de atividade de IT da amostra original e não as porcentagens de atividades residuais relativa como muitos investigadores tem considerado.

Os valores de NPR dos tratamentos de soja BR 36 e BRM 95-5262 crua não foram significativos entre si ( $p \geq 0,05$ ). Porém, estes valores foram menores quando comparados com o padrão caseína. Resultados similares de NPR foram observados por Ologhobo (14). Observando o cultivar e a linhagem de soja (Tabela 3), os resultados de NPR para todos os processamentos térmicos não diferiram entre si ( $p \geq 0,05$ ). Os dois tratamentos contendo 20% de atividades residuais relativa de IT não apresentaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) para NPR, embora tenha sido observado diferenças entre os valores de PER.

Considerando a atividade de IT inicial das amostras de soja, observa-se na Tabela 3 que o processamento térmico melhorou os valores de PER e NPR. Os resultados de PER e NPR estão indicando a importância da utilização de linhagem de soja com baixas atividades de IT devido a redução do tempo de processamento e possivelmente a manutenção da qualidade protéica.

Nos ensaios biológicos, os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira (CDA e CDV) foram determinados com a finalidade de observar a quantidade de proteína ingerida e absorvida em todos os tratamentos realizados. Os valores médios de CDA (Tabela 3) da caseína diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) de todos os tratamentos. Os tratamentos com soja crua BR36 e BRM95-5262 apresentaram valores médios de CDA de 68,34 e 75,05, respectivamente, e não diferiram ( $p \geq 0,05$ ) entre si. Resultados similares de CDA para soja crua foram observados por Rackis et al.(17), Bressani (18), Gumbmann & Friedman (19) e Ologhobo (14). Entretanto, Struthers et al. (20) verificaram valores médios de CDA (83,50%) superiores para farinha de soja crua. Comparando os tratamentos de soja crua com as processadas termicamente, observou-se que não houve

**TABELA 3**  
Valores médios de PER, NPR, CDA e CDV dos diferentes tratamentos

Tratamento	PER	NPR	CDA	CDV
Caseína	2,23 AB	2,78 A	88,62 A	92,40 A
BR 36 crua	1,08 C	1,70 C	68,34 C	71,97 B
BR 36/40%IT *	1,92 B	2,41 AB	75,83 BC	78,33 B
BR 36/20%IT	1,93 B	2,37 B	74,52 BC	74,82 B
BRM 95-5262 crua	1,24 C	1,84 C	75,05 BC	78,31 B
BRM 95-5262/ 30%IT	2,07 AB	2,37 B	76,71 B	78,99 B
BRM 95-5262/20%IT	2,24 A	2,72 AB	76,55 B	78,77 B
CV (%)	10,00	10,08	6,14	5,84

Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

\* IT = inibidor de tripsina

CV = coeficiente de variação

diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) para os valores de CDA. Com relação aos valores de CDV, verifica-se que o valor da caseína foi de 92,40% e diferiu ( $p \leq 0,05$ ) de todos os demais tratamentos, as quais não apresentaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre si. Ologhobo (1989) também não observou diferenças entre a farinha de soja crua e processada termicamente para os valores de CDV.

Esperava-se que do ponto de vista nutricional, que os tratamentos com a farinha de soja processada apresentassem maiores valores de CDA e CDV que a farinha de soja crua, no entanto no decorrer do experimento observou-se que, segundo dados coletados, houve menor consumo e menor excreção nos tratamentos com farinha de soja crua e maior consumo e maior excreção nos tratamentos com farinha de soja processada, portanto justifica os resultados obtidos, os quais não diferiram entre si. Com isso sugere-se mais estudos de avaliação biológica com a farinha de soja crua e processada termicamente.

Os valores médios de CDV para os tratamentos de soja processadas termicamente de BR36/20% IT e BRM95-5262/30% IT, foram de 74,82 e 78,99, respectivamente, sendo que estes valores estão próximos aos descritos por Ologhobo (14) e Bressani (18) para as farinhas de soja processadas termicamente (69 a 79%). Entretanto, Rackis et al (17) e Struthers et al. (20) observaram valores de CDV de 80% a 85% nas farinhas processadas termicamente.

### CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que os valores de PER e NPR obtidos com a proteína de soja foram dependentes da atividade inicial de IT e do seu respectivo tratamento térmico. O processamento térmico não melhorou os valores de CDA e CDV nas farinhas de soja utilizadas.

### REFERÊNCIAS

- Snyder HE, Kwon TW. Soybean Utilization. Avibook New York, 1987, p. 346.
- Pusztai A, Watt WB, Stewart JC. A comprehensive scheme for the isolation of trypsin inhibitors and the agglutinin from soybean seeds. J Agric Food Chem., 1991;39:862-866.
- Liener IE. Implications of antinutritional components in soybeans foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 1994;34: 31-67.
- Domagalski JM, Kollipara KP, Bates AH, Brandon DL, Friedman M, Hymowitz T. Nulls for the major soybean Bowman-Birk protease inhibitor in the genus Glycine. Crop Science, 1992;32:1502- 1505.
- Anderson-Hafermann JC, Zhang Y, Parsons CM. Effect of heating on nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. Poultry Sci., 1992;71:1700-1709.
- Herkelman KL, Cromwell GL, Cantor AH, Stahly TS, Pfeiffer TW. Effects of heat treatment on the nutritional value of conventional and low trypsin inhibitor soybeans for chicks. Poultry Sci., 1993;72:1359- 1369.
- Kakade ML, Rackis JJ, McGhee JE, Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity on soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chemists, 1974;51:376-382.
- Liu K, Markakis P. An Improved colorimetric method for determining antitryptic activity in soybean products. Cereal Chemists, 1989;66:415-422.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists - Official Methods of Analysis. Fifteenth edition. Arlington, Virginia. Volume two. 1990. 1298p.
- Walker AF. The estimation of protein quality. Chapter 8. In: Developments in food protein. Edited by HUDSON, B.E.F., vol. 2. London and New York. 1983. 339p.
- Urbano G, López-Jurado M, Hernández J. Nutritional assessment of raw, heated, and germinated lentils. J. Agric. Food Chem., 1995; 43:1871-1877.
- Sullivan DM, Carpenter DE. Methods of analysis for nutrition labeling. Chapter 29. Copyright by AOAC International. Arlington, Virginia, USA, 1993. 624p.
- Kakade ML, Hoffa DE, Liener IE. Contribution of trypsin inhibitors to the deleterious effects of unheated soybeans fed to rats. J. Nutri., 1973;103:1772-1778.
- Ologhobo AD. Improving the nutritive value of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) through processing: biochemical and protein quality studies. Trop. Agri. (Trinidad), 1989;66:290-296.
- Anderson RL, Rackis JJ, Tallent WH. Biologically active substances in soy products. In: Soy protein and human nutrition. Ed. By Wileke HL, Hopkins DT, Waggle DL, Academic Press, New York, 1979.
- Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. J. Agric Food Chem., 1996;44:6-29.
- Rackis JJ, McGhee JE. Biological threshold levels of soybean trypsin inhibitors by rat bioassay. Cereal Chemists, 1975;52:85-92.
- Bressani R. The role of soybean in food systems. J Am Oil Chem Soc., 1981;58:392-399.
- Gumbmann MR, Friedman M. Effect of sulfur amino acid supplementation of raw soy flour on the growth and pancreatic weights of rats. J Nutri. 1987;17:1018- 1023.
- Struthers BJ, McDonald JR, Dahlgren RR, Hopkins DT. Effects on the monkey, pig and rat pancreas of soy products with varying levels of trypsin inhibitor and comparison with the administration of cholecystokinin. J Nutri. 1983;113:86-97.

Recibido: 14-04-2000

Aceptado: 16-11-2000

## Efeito de diferentes sais de ferro sobre as características sensoriais do “iogurte” de soja

*Daniela Cardoso Umbelino, Helena Maria André Bolini Cardello, Elizeu Antonio Rossi*

Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP- Araraquara

**RESUMO.** O “iogurte” de soja foi utilizado como alimento veículo neste estudo por apresentar boas características nutricionais e terapêuticas, aliadas a um baixo custo. O presente trabalho teve por objetivo a obtenção de um produto enriquecido com 12mg de ferro elementar por litro, que apresentasse características tecnológicas e sensoriais adequadas. Foram testadas quatro fontes de ferro:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , NaFeEDTA, Ferrochel® e  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  microencapsulado. Os produtos foram avaliados quanto ao tempo de fermentação, pH, acidez titulável, viscosidade, consistência, concentração de ferro e propriedades sensoriais (testes de diferença do controle e aceitação). As medidas de viscosidade e consistência foram analisadas por análise de variância e teste de médias de Tukey. Os dados obtidos no teste de diferença do controle foram avaliados por análise de variância e teste de médias de Dunnett e os do teste de aceitação por análise de variância e teste de médias de Tukey. Com relação aos sais de ferro utilizados no processo de enriquecimento, somente o  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , teve a sua utilização comprometida por conferir características sensoriais desagradáveis ao produto. As demais formas testadas (FeNaEDTA, Ferrochel® e  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  microencapsulado) mostraram-se viáveis para o processo de enriquecimento, pois não causaram alterações significativas no tempo de fermentação, acidez titulável e nas propriedades reológicas e sensoriais do “iogurte” de soja.  
**Palavras-chave:** Ferro, enriquecimento, “iogurte” de soja, análise sensorial.

**SUMMARY.** *Effect of iron salts addition on the sensory characteristics of soy yogurt.* The soy- yogurt was used as food vehicle due to its therapeutic and nutritional properties and lower cost. The aim of this work was to develop an enriched soy-yogurt with 12 mg of elementary iron/l, with suitable sensory and technological properties. Four iron sources were tested:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , NaFeEDTA, Ferrochel® and microencapsulated  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . The products were evaluated by fermentation time, pH, titratable acidity, viscosity, consistency, iron concentration and sensory properties (difference from the control and acceptance tests). Viscosity and consistency data were submitted to analysis of variance and Tukey's test. Difference from the control data was evaluated by analysis of variance and Dunnett's test and the acceptance test was evaluated by analysis of variance and Tukey's test. For all iron salts used in the enrichment process, only the  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  did not work out because of the undesirable sensorial characteristics of the final products. The others sources used in the enrichment process (NaFeEDTA, Ferrochel® and microencapsulated  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) did not alter the fermentation time, titratable acidity and sensory and reologics properties of the soy-yogurt.

**Key words:** Iron, calcium, enrichment, soy-yogurt, sensory analysis.

### INTRODUÇÃO

A deficiência de ferro afeta cerca de 30% da população mundial, sendo os grupos mais vulneráveis as mulheres em idade reprodutiva e as crianças em geral (1). Diminuição na capacidade de aprendizagem, no desempenho profissional e anormalidades na resposta imune são algumas das consequências da deficiência de ferro (2).

Entre as estratégias utilizadas para prevenir e combater a deficiência de ferro, o enriquecimento de alimentos acessíveis as populações mais carentes, tem se mostrado eficaz, inclusive a um custo compensatório. O enriquecimento com ferro é tecnicamente mais difícil, pois as formas biodisponíveis são quimicamente reativas e frequentemente produzem efeitos indesejáveis quando adicionadas aos alimentos. Desta forma

torna-se indispensável a utilização de fontes de ferro e de tecnologias que minimizem tais efeitos (3).

Por outro lado, o consumo de alimentos fermentados, principalmente daqueles derivados do leite, vem sendo estimulado devido ao seu alto valor nutricional e grande número de propriedades terapêuticas. No entanto, o consumo destes produtos no Brasil é ainda restrito, provavelmente em função do alto custo que apresentam.

Norteados por esta situação, Rossi et al. (4), obtiveram a partir do extrato aquoso de soja, um produto similar ao iogurte, com custo reduzido, de boa aceitabilidade e que mantém preservadas as características nutricionais e terapêuticas apresentadas pelos produtos fermentados convencionais.

Considerando que o “iogurte” de soja, devido ao seu baixo

custo, mostra-se acessível às populações mais carentes, julgou-se oportuno obter um produto enriquecido com ferro que apresentasse características tecnológicas e sensoriais adequadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Amostras de “iogurte” de soja enriquecidas com 12mg de ferro elementar na forma de:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Synth), NaFeEDTA (BASF, Germany), Ferrochel® (Albion Laboratories, INC),  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  microencapsulado (Obtido em laboratório pela técnica de microencapsulação em membrana fosfolipídica) \*.

### Obtenção das amostras

Foram processadas quatro amostras de “iogurte” de soja de acordo com Rossi et al. (4), enriquecidas com 12mg de ferro elementar por litro, e uma amostra padrão (sem adição de ferro).

Para a obtenção do produto fermentado adicionou-se ao extrato aquoso de soja, lactose (2%), óleo de soja (2,6%), fonte de ferro (12mg/l), sacarose (10,0%) e leite em pó desnatado (3,5%). A mistura obtida, foi homogeneizada em agitador mecânico durante cinco minutos e submetida a aquecimento gradual com agitação constante. Em temperatura próxima a 80°C adicionou-se a gelatina (0,3%), utilizada como estabilizante e, a seguir elevou-se a temperatura a 95°C por cinco minutos. As misturas foram inoculadas com 2% de cultura mista comercial, constituída de partes iguais de *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (Christian Hansen Ind. e Com. Ltda), seguida de incubação a 42°C até pH final entre 4,4-4,5.

O produto básico \*\* obtido por este processo, apresenta a seguinte composição nutricional: 3,40% de proteínas, 2,75% de lipídeos, 12,05% de carboidratos e 0,48% de minerais.

### Métodos

#### Análises físico-químicas

#### Determinação do tempo de fermentação

Foi determinado o tempo total de incubação das amostras a 37°C, necessário para redução do pH a valores de 4,4 - 4,5 (5).

#### Determinação do pH

Realizada em triplicata, em pHmetro digital Micronal, modelo 320, com eletrodo de vidro combinado (6).

#### Determinação da acidez titulável

A acidez titulável foi determinada em triplicata, no final dos processos fermentativos, utilizando-se solução de NaOH 1/9 N e os

resultados foram expressos em graus Dornic (°D) (6).

#### Determinação de ferro

Realizada em triplicata, por espectrofotometria de absorção atômica em espectrofotômetro Perkin Elmer modelo 3110, atomização em chama, no comprimento de onda de 248,3nm, lâmpada de cátodo oco de ferro e tempo de integração de 3 segundos.

#### Determinação de viscosidade

Medida feita em triplicata, pela leitura direta em viscosímetro rotacional da marca WAAKE mod. VT 02, utilizando-se alíquotas de 120,0 ml, a 10°C (7).

#### Determinação de consistência

Medida feita em triplicata, através da distância percorrida em centímetros por amostras de 80 ml mantidas a 10°C, em um intervalo de tempo de 10 segundos, em consistômetro de Bostwick (7).

#### Análise sensorial

#### Teste de diferença do controle

Foram utilizados trinta provadores não treinados que avaliaram a diferença global entre cada amostra (processada com diferentes sais de ferro) e a amostra controle (sem adição de ferro) de acordo com o teste de “Diferença do Controle” (8).

#### Teste de aceitação

Os mesmos trinta provadores não treinados, que participaram do “Teste de Diferença do Controle”, realizaram as análises sensoriais de aceitação das amostras em relação a aroma, cor, sabor e impressão global. Utilizou-se escala hedônica não estruturada de nove centímetros, ancoradas à esquerda pelo termo “desgostei muitíssimo” e à direita pelo termo “gostei muitíssimo”. As amostras foram apresentadas em blocos completos casualizados, de forma monádica (9).

#### Análise estatística dos resultados

As medidas de viscosidade e consistência foram analisadas por análise de variância e teste de médias de Tukey. Os dados obtidos no teste de diferença do controle foram avaliados por análise de variância e testes de médias de Dunnett e os do teste de aceitação por análise de variância e testes de médias de Tukey.

\* Estudo ainda não publicado.

\*\* Antes da adição da fonte de ferro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises físico-químicas

O tempo de fermentação, o pH final, a acidez titulável, a viscosidade, a consistência e os níveis de ferro das amostras estudadas são apresentados na Tabela 1.

Todas as amostras apresentaram tempo de fermentação inferior ao observado para outros produtos fermentados obtidos a partir do extrato aquoso de soja, cujos tempos tem variado de 12 a 24 horas para redução do pH a 4,5-4,6 (10-12). Os valores de acidez titulável foram semelhantes aos encontrados para os iogurtes tradicionais e outros produtos fermentados do tipo iogurte.

De maneira geral, a adição de ferro provocou uma diminuição significativa ( $p \leq 0,05$ ) na viscosidade dos produtos em relação ao controle, sendo que a amostra enriquecida com

NaFeEDTA apresentou o valor mais baixo de todos. A consistência das amostras não variou significativamente em decorrência da adição dos diferentes sais de ferro. Os produtos obtidos assemelharam-se ao iogurte inteiro.

Os níveis de ferro determinados nos produtos enriquecidos foram compatíveis com as quantidades adicionadas, variando de 13,20 a 17,70mg/l.

Todos os produtos avaliados, que sofreram adição de ferro, podem ser considerados enriquecidos com este mineral segundo a legislação brasileira, pois cada 100ml dos "iogurtes" passaram a conter mais de 1,5 mg de ferro, valor que representa 15% da RDA de referência para crianças de 1 a 10 anos de idade (13). Estes produtos são, portanto, capazes de contribuir para a diminuição da deficiência de ferro em crianças.

TABELA 1

Caracterização tecnológica, química e reológica de amostras de "iogurte" de soja, enriquecidas com diferentes fontes de ferro

Amostras	Tempo fermentação	pH final	Acidez (°D)	Viscosidade (cP)	Consistência (cm/10s)	Níveis de Ferro (mg/l)
Controle	4h30	4,47 ±0,01	85,67 ±0,24	2333,33 <sup>a</sup> ±23,57	5,67 <sup>a</sup> ±0,01	4,78 ±0,01
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	4h30	4,45 ±0,01	83,67 ±0,47	2066,67 <sup>b</sup> ±47,14	6,00 <sup>a</sup> ±0,16	16,60 ±0,08
NaFeEDTA	5h	4,48 ±0,02	83,33 ±0,47	1733,33 <sup>c</sup> ±47,14	6,17 <sup>a</sup> ±0,24	17,70 ±0,08
Ferrochel®	5h	4,50 ±0,02	82,33 ±0,47	2000,00 <sup>b</sup> ±0,00	5,83 <sup>a</sup> ±0,24	15,20 ±0,10
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O Microencaps	4h30	4,48 ±0,01	83,00 ±0,00	2066,67 <sup>b</sup> ±94,28	6,00 <sup>a</sup> ±0,08	15,44 ±0,02

\*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ).

### Análises sensoriais

#### Teste de diferença do controle

Pela análise de variância e teste de médias de Dunnett, observou-se que todas as amostras de "iogurtes" de soja diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) da amostra controle em termos globais. Observou-se ainda que as amostras enriquecidas com FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O e NaFeEDTA apresentaram, respectivamente, o maior e o menor grau de diferença em relação ao controle (Tabela 2).

#### Teste de aceitação

O teste de aceitação em relação aos atributos de cor, aroma, sabor e impressão global foi realizado para verificar possíveis alterações sensoriais decorrentes da adição das diferentes fontes de ferro no "iogurte" de soja.

TABELA 2

Avaliação sensorial (teste de diferença do controle) das amostras de "iogurte" de soja enriquecidas com diferentes sais de ferro

Amostras	Médias ± DP
Controle	1,500 ± 1,943
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	5,333 ± 2,023*
NaFeEDTA	2,867 ± 2,270*
Ferrochel®	3,633 ± 2,428*
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O microencapsulado	4,767 ± 2,270*
DMS†	1,301

\* Médias que diferem do controle ( $p \leq 0,05$ ) no teste de médias de Dunnett.

†Diferença mínima significativa obtida pelo teste de médias de Dunnett.

O teste de médias de Tukey (Tabela 3) revelou que apenas a amostra enriquecida com  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  apresentou valores significativamente ( $\leq 0,0335$ ) menores em relação ao controle para os atributos sabor e impressão global, sem, contudo, diferir das demais amostras em relação a todos os atributos avaliados. Estes resultados são concordantes com os observados no teste de diferença do controle, onde ficou

evidenciado que a amostra adicionada de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  foi a que apresentou o maior grau de diferença em relação ao controle. A menor aceitação do “iogurte” enriquecido com  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  deve-se, provavelmente, à habilidade dos sais solúveis de ferro catalisarem reações de oxidação, que geram odores e, principalmente, sabores indesejáveis (14,3,15,16).

TABELA 3  
Avaliação sensorial (teste de aceitação) das amostras de “iogurte” de soja enriquecidas com diferentes sais de ferro

Amostras	Aroma	Cor	Sabor	I. Global
Controle	6,407 <sup>a</sup> ± 1,737	6,670 <sup>a</sup> ± 1,348	6,267 <sup>a</sup> ± 1,925	6,260 <sup>a</sup> ± 1,676
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	6,080 <sup>a</sup> ± 2,029	6,737 <sup>a</sup> ± 1,492	4,550 <sup>b</sup> ± 2,167	4,940 <sup>b</sup> ± 2,068
NaFeEDTA	6,037 <sup>a</sup> ± 1,943	6,557 <sup>a</sup> ± 1,378	5,313 <sup>ab</sup> ± 1,993	5,293 <sup>ab</sup> ± 1,973
Ferrochel®	6,160 <sup>a</sup> ± 1,743	6,450 <sup>a</sup> ± 1,500	5,330 <sup>ab</sup> ± 2,229	5,673 <sup>ab</sup> ± 1,862
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ microenc.	6,113 <sup>a</sup> ± 1,785	6,770 <sup>a</sup> ± 1,318	5,307 <sup>ab</sup> ± 1,897	5,713 <sup>ab</sup> ± 1,661
DMS †	1,333	0,960	1,450	1,304

\*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ).

†DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Observou-se ainda, que as amostras enriquecidas com NaFeEDTA, Ferrochel® (ferro aminoácido quelato) e  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  microencapsulado, apesar de diferirem do controle em termos globais, apresentaram alta aceitação em relação a todos os atributos (médias superiores a 5,0), demonstrando que a adição destas fontes de ferro não conferem propriedades sensoriais desagradáveis ao “iogurte” de soja.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos observados por outros autores que investigaram possíveis alterações sensoriais decorrentes do enriquecimento de alimentos com ferro. Vasconcellos (17), verificou que a amostra de água potável adicionada de 12mg/l de ferro na forma de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  teve menor aceitação que a amostra adicionada de NaFeEDTA. Também Soglia (16), constatou que o leite do tipo C enriquecido com ferro aminoácido quelato (Ferrochel®) manteve suas características físico-químicas e sensoriais, o mesmo não ocorrendo com o leite adicionado de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

### CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a utilização de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  no processo de enriquecimento do “iogurte” de soja é desaconselhável, já que este sal altera adversamente as propriedades sensoriais do produto. As demais formas estudadas (NaFeEDTA, Ferrochel® e  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  microencapsulado) não causaram grandes

alterações no tempo de fermentação, acidez titulável e propriedades reológicas, e não conferiram características sensoriais desagradáveis ao produto, podendo, portanto, ser utilizadas no processo de enriquecimento do “iogurte” de soja.

### REFERÊNCIAS

1. Lönnerdal B, Dewey KG. Epidemiologia da deficiência de ferro no lactente e na criança. An. Nestlé, 1996;52:11-7.
2. Walter T. Consequências não hematológicas da deficiência de ferro. An. Nestlé, 1996;52:25-35.
3. Cook JD, Monsen ER. Iron fortification: an update. Am. J. Clin. Nutr., 1983; 38: 648-59.
4. Rossi EA, Reddy KV, Silva RSSF. Formulation of soy-whey-yogurt, using response surface methodology. Arq Biol Tecnol, 1984;7:387-90.
5. Tamine AY, Robinson RK. Yoghurt: science and technology. Oxford: Pergamon, 1985.
6. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2ed. São Paulo, 1976.
7. Rossi EA, Faria JB, Borsato D, Baldochi FL. Otimização de um sistema estabilizante para o “iogurte” de soja. Alim. Nutr., 1990;2:83-92.
8. Meilgard M, Civillr GV, CarrTB. Sensory avaiation techniques. Boca Ranton, Flórida: CRC Press, 1988.
9. Sidel JL, Stone H. Sensory evaluation pratices. 2 ed. London: Academic Press, 1993.
10. Mital BK, Steinkraus KH, Maylor HB. Growth of latic acid bacteria in soy milks. J Food Sci. 1974;39:1018-22.

11. Pinthong R, Macrae R, Rothwell J. The development of a soya-based yoghurt. Sensory avaluation and analysis of volatiles. *J Food Technol.*, 1980;15:653-9.
12. Wang SH, Ascheri JLR. Iogurte de soja: fermentação láctica e avaliação sensorial. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, 1991;11:221-38.
13. Alimentos enriquecidos. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 31, 13 jan. 1998, DiárioOficial, Brasília, 1998.
14. Bocio JR, Zubillaga MB, Caro RA, Gotelli CA, Goteli MJ, Weill R. Bioavailability and stability of microencapsulated ferrous sulfate in fluid milk: studies in mice. *J Nutr Sci. Vitaminol.*, 1996;42:233-9.
15. Douglas FWJR, Rainey NH, Wong NP, Edmondson LF, Lacroix DE. Color, flavor and iron bioavailability in iron fortified chocolate milk. *J. Dairy Sci.*, 1981;64:1785-93.
16. Soglia SLO. Enriquecimento de leite tipo C com ferro aminoácido quelato: biodisponibilidade e características físico-químicas e sensoriais [Dissertação]. Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 1996.
17. Vasconcelos VP. Utilização da água potável como veículo de nutrientes. Estudos com ferro: aspectos físicos, químicos e organolépticos [Dissertação]. Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, 1994.

Recibido:10-02-2000

Aceptado: 21-05-2001

## Elaboración y caracterización de frejoles fritos tipo “snack” cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia

*María Luz Hurtado P., Berta Escobar A, Ana María Estévez A.*

Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile, Santiago-Chile

**RESUMEN.** El objetivo de este estudio fue desarrollar un producto crocante tipo “snack” en base a frejol frito utilizando para ello tres cultivares: Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia, los cuales se remojaron en dos soluciones: sal disódica de EDTA y una mezcla de NaOH/Agua, determinando si éstas tenían algún efecto sobre la calidad final de los productos. Por otra parte, antes que los frejoles se sometieran al proceso de fritura, una parte de los granos fue tratada térmicamente (sancochados) y otros no sufrieron este tratamiento (crudo) lo que también constituyó un efecto sobre la calidad final de los frejoles fritos.

A los productos fritos obtenidos se les determinó sus características físicas, químicas y sensoriales. En los tres cultivares utilizados los productos sancochados presentaron un mayor contenido de humedad, una mayor absorción de aceite, un menor contenido de proteína y una mayor actividad de agua, no encontrándose efecto de las soluciones de remojo sobre la calidad de los productos elaborados.

El análisis sensorial determinó que el mejor tratamiento para cada cultivar de frejol estudiado fue NaOH/Agua-crudo para Pinto 114 y Tórtola Inia, y EDTA-crudo para Suave 85.

**Palabras clave:** Leguminosa, fritura profunda, “snacks”.

**SUMMARY.** Processing and characterization of fried beans varieties Pinto 114, Suave 85 and Tórtola Inia. The objective of this study was develop a snack product based on fried beans. For this purpose, three bean varieties were used: Pinto 114, Suave 85 and Tórtola Inia. The beans were treated with two soaking solutions, EDTA disodium salt and a mixture of NaOH/water, to determine if they had some effect on the product's final quality. On the other hand, before the beans were fried, some grains were given thermal treatment (blanched), leaving the other ones without this process (raw); this also had an effect on the final quality of the fried beans. Physical, chemical and sensory characteristics of the final fried products were determined. For three beans varieties, the blanched products had higher water content, higher oil absorption, lower protein content and larger water activity. The soaking solutions had no effect on the quality of manufactured products.

The sensory analysis determined that the best treatment for Pinto 114 and Tórtola Inia was NaOH/water-raw grain, and EDTA raw grain for Suave 85.

**Key words:** Legumes, deep frying, snacks.

### INTRODUCCION

Las leguminosas han sido ampliamente reconocidas como una importante fuente de proteína vegetal, vitaminas (tiamina y niacina), minerales (P, K, Ca) y fibra dietaria. Ellas representan una efectiva fuente de proteína en la dieta de muchos países desarrollados y en vías de desarrollo ya que contienen cantidades relativamente altas de lisina (1,2).

El consumo de legumbres en la dieta humana ha ido declinando a pesar de los beneficios que produce, debido a ciertos problemas como el largo tiempo de preparación que requieren, junto al gasto de energía que ello implica, las molestias digestivas que causa su consumo de leguminosas si se logra diseñar procesos que permitan obtener un buen producto, de fácil utilización y menor gasto de combustible y tiempo de preparación (3,4).

Por otra parte, las leguminosas presentan ciertos problemas nutricionales que pueden provocar respuestas fisiológicas adversas a quienes las consumen, siendo los más

importantes: inhibidores de proteasas; factores flatulentos: ácido fítico; hemaglutininas. Sin embargo, el tratamiento de remojo, a que son sometidas las leguminosas, permite la difusión de compuestos termoestables como los fitatos y oligosacáridos al agua de remojo, y el tratamiento térmico inactiva los factores termolábiles como los inhibidores de proteasas y hemaglutininas (1,5).

El remojo es una fase preliminar común en la mayoría de los procesos de elaboración de leguminosas. Se practica para facilitar la absorción de agua y el ablandamiento de los granos, y así mejorarla textura del producto. Otros objetivos de esta operación son disminuir el tiempo de cocción, facilitar el pelado, incrementar la disponibilidad de la proteína y permitir la difusión al agua de remojo de compuestos termoestables, reduciendo así el contenido de compuestos antinutricionales (1,3,6).

Para facilitar esta operación y mejorar la calidad culinaria de los granos, se recomienda usar sales de remojo como el ácido cítrico, bicarbonato de sodio, sal disódica del ácido

etilendiaminotetracético (EDTA) e hidróxido de sodio, entre otras (3,6). Aunque el EDTA no es usualmente considerado como un antioxidante, es capaz de prevenir la decoloración en alimentos debido a su habilidad de inmovilizar iones que estabilizan la estructura intercelular, como el calcio, son reemplazados por el ion sodio de esta sal, provocando una quelación y por lo tanto, la formación de un complejo metálico estable (7-9).

Por otra parte, es importante destacar que el remojo de los granos de EDTA, aumenta la disponibilidad de zinc, el cual compite con el ácido fítico para formar complejos solubles que pueden ser absorbidos en el intestino (4).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, los objetivos de este trabajo fueron desarrollar una línea de flujo para obtener un producto crocante tipo "snack" de frejol cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia mediante fritura profunda, así como determinar el efecto de las soluciones de remojo utilizadas sobre la calidad de los frejoles fritos, y evaluar la calidad química, física y sensorial de los productos obtenidos.

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

Se trabajó con frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia. Como soluciones de remojo se utilizó la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) al 0,03%, solución de NaOH al 0,5% y agua potable. En la fritura se usó aceite de girasol parcialmente hidrogenado y para realzar el sabor, un 2% de sal yodada.

### Elaboración de frejoles fritos

Los frejoles se sometieron a dos tipos de remojo. El primero, en sal disódica de EDTA al 0,03% por 16 horas, en una relación solución-semilla de 3:1. En el segundo remojo, los granos fueron sometidos primero a ebullición en solución de NaOH al 0,5% durante 4 minutos a 70°C y luego a un lavado hasta desaparición de la reacción alcalina, para posteriormente dejarlos remojando en agua potable durante 16 horas. Después del remojo, una parte de los granos fue sancochada a sobre presión (1,57 atm) por 5 minutos, con una relación agua-grano de 3:1. La otra parte los granos se mantuvo en estado crudo hasta la operación de pelado. Esta operación se realizó en forma manual tanto para los granos crudos como los sancochados. La operación de fritura se realizó en una freidora Philips modelo HD 4253, por un tiempo de 5 minutos, con una temperatura de 190°C y en una relación aceite-grano de 4:1. Posteriormente se dejó escurrir el exceso de aceite, los granos se pusieron sobre papel absorbente, y se les adicionó un 2% de sal. De esta manera se originaron 4 tratamientos para cada cultivar de frejol, que se detalla en la Tabla 1.

TABLA 1  
Tratamientos aplicados a frejol cultivar Pinto 114,  
Suave 85 y Tórtola Inia

Tratamiento	Solución de remojo	Tratamiento térmico
T1	EDTA	Crudo
T2	EDTA	Sancochado
T3	NaOH/Agua	Crudo
T4	NaOH/Agua	Sancochado

### Análisis físicos y químicos

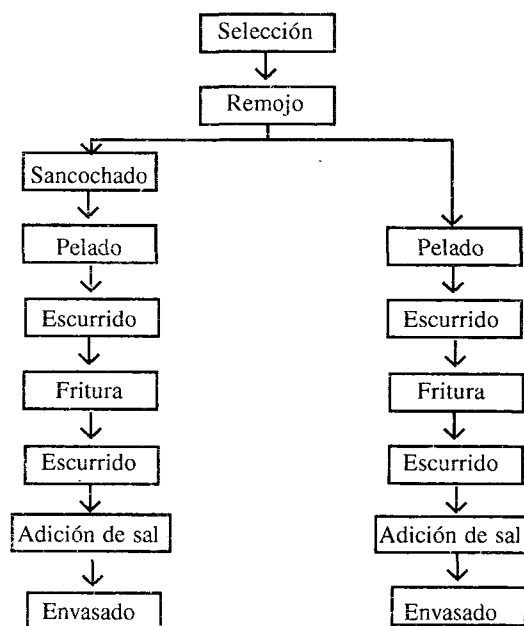
A los granos fritos se le realizaron, según el método de la AOAC (10), los análisis de humedad (sección:14.003), lípidos (sección:7.062), proteína (sección:14.067), fibra cruda (sección:7.070) y cenizas (sección: 14.006). Además se midió actividad de agua (Aw) en un determinador Lufft, modelo 5803.

### Análisis sensorial

Los frejoles se sometieron a una evaluación sensorial a las 24 horas de su elaboración, con pruebas de aceptabilidad mediante el método de la Escala Hedónica con pauta estructurada (escala de 1 a 9 puntos; 1= me disgusta extremadamente; 9= me gusta extremadamente) con un panel no entrenado compuesto por 24 evaluadores. La determinación de calidad sensorial la efectuaron 12 evaluadores usando el método de Scoring (11).

En la Figura 1 se presentan las líneas de flujo propuestas para la elaboración de frejoles fritos.

FIGURA 1  
Líneas de flujo para elaborar frejoles fritos tipo "snacks"



### Análisis estadístico

Para cada cultivar de frejol se utilizó un diseño experimental aleatorizado que correspondió a un modelo factorial 2x2 (dos soluciones de remojo y dos tipos de consumo) con 4 repeticiones cada uno. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y se aplicó el test de comparación múltiple de Duncan cuando se presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características físicas y químicas

Los resultados de los análisis físicos y químicos para los cultivares de frejol Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia se presentan en las Tablas 3,4 y 5 respectivamente.

La humedad residual de los frejoles fritos fue significativamente mayor en aquellos frejoles tratados térmicamente (sancochados), esto se explica por que al someter los granos a un proceso de precocción éstos absorben más agua, lo que aumenta su contenido final. Sin embargo, el contenido de humedad de los frejoles, respecto de la materia prima (Tabla 2), fue menor, debido al efecto de deshidratación que sufren los granos al ser sometidos a un proceso de fritura. El remojo no tuvo efecto sobre el contenido de humedad. En cuanto a la actividad de agua también se observó diferencia significativa en relación a si se le aplicó o no el tratamiento térmico previo a la fritura, siendo los frejoles sancochados los que presentaron una actividad de agua significativamente mayor que los frejoles sin sancochar. En general, se trata de valores lo suficientemente bajos como para prevenir el crecimiento de microorganismos en el producto terminado (12,13).

TABLA 2  
Características de la materia prima

Frejol	Pinto 114	Suave 85	Tórtola Inia
	g/100g		
Humedad	10,6	9,8	8,8
	g/100g		
Proteínas	19,0	22,2	26,8
Lípidos	1,3	1,3	1,1
Cenizas	5,5	5,0	4,4
Fibra cruda	4,0	4,2	3,8
E.N.N.*	70,2	67,3	63,9

\* Extracto no nitrogenado, calculado por diferencia.

La absorción de aceite se calculó por diferencia entre los lípidos de la materia prima (Tabla 2) y el producto elaborado. El contenido graso de los alimentos después de fritos aumenta como consecuencia del aceite retenido, el cual fue mayor en

los frejoles sancochados de los cultivares Pinto 114 y Suave 85, debido a que por su mayor contenido de humedad al momento de freír, absorbieron mayor cantidad de aceite (14).

El contenido de proteínas de los productos elaborados no presentó diferencia significativa para el frejol Pinto 114 en ninguno de los dos factores, para el frejol Suave 85 y Tórtola Inia la diferencia en proteínas se debió al tipo de consumo (crudo y sancochado). Esto significa que el contenido proteico de los frejoles con tratamiento térmico previo a la fritura fue siempre menor, debido a que algo de péptidos y aminoácidos solubles se pierden y salen al medio de cocción (1).

TABLA 3  
Características físicas y químicas de frejol frito  
cv. Pinto 114

	Humedad (%)	Aw	Proteína*	Absorción aceite*	Fibra*	Ceniza*
T1	2,4	0,53	20,6	8,8bB	1,25aB	8,35
T2	7,1	0,66	19,9	17,6aA	1,55Aa	6,48
T3	5,6	0,63	20,7	12,5aA	1,68Aa	6,13
T4	9,1	0,72	17,7	14,6aA	1,45aA	6,0
R1	4,75A	0,60A	20,3A	13,2	1,4	7,41A
R2	7,33A	0,68A	19,3A	13,5	1,56	6,06B
C1	4,0b	0,58b	20,7a	10,6	1,46	7,24a
C2	8,1a	0,69a	18,8a	16,1	1,5	6,24a

T1: EDTA crudo; T2: EDTA sancochado; T3: NaOH/Agua crudo; T4: NaOH/Agua sancochado

R1: remojo EDTA; R2: remojo NaOH/Agua

C1: consumo crudo; C2: consumo sancochado

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras mayúsculas comparan el tipo de remojo

Letras minúsculas comparan el tipo de consumo \*=% base materia seca

Los productos fritos presentaron contenido de fibra cruda similares entre si, siendo el frejol Tórtola Inia el que presentó los menores valores, lo que coincide con lo analizado en la materia prima. Sin embargo, para el frejol Pinto 114 el contenido de fibra cruda es significativamente mayor cuando se remojaron en NaOH/Agua y se mantuvieron crudos. Para Tórtola Inia el contenido de fibra es significativamente diferente entre las soluciones de remojo, siendo el valor más alto para el remojo en EDTA. Para el frejol Suave 85, la cantidad de fibra difiere significativamente sólo para el tipo de consumo, alcanzando el valor más alto el consumo crudo con 1,65%.

El contenido de cenizas de los frejoles Pinto 114 presentó diferencia significativa respecto de la solución de remojo, donde el porcentaje de cenizas osciló entre 7,41% y 6,06%, presentando el valor mas alto el remojo en EDTA, probablemente debido a la acción quelante que tiene e EDTA sobre algunos iones como el calcio (6). Para el frejol Tórtola Inia el contenido de cenizas varió significativamente en relación al tipo de consumo, presentándose valores más altos

en aquellos frejoles que se mantuvieron crudos previo a la fritura. Esto también ocurrió en los otros dos cultivares de frejol, y aunque la diferencia no fue significativa, el consumo crudo obtuvo los mayores porcentajes. Esto se debe a que las pérdidas de minerales durante los tratamientos tecnológicos, especialmente la cocción y escaldado, pueden ser considerables. Esto explica el menor contenido de cenizas cuando los frejoles fueron sancochados. Para el frejol Suave 85 las soluciones de remojo y el tipo de consumo no tuvieron efecto sobre el contenido final de cenizas.

TABLA 4  
Características físicas y químicas de frejol frito  
cv. Suave 85

	Humedad (%)	Aw	Proteína*	Absorción aceite*	Fibra*	Ceniza*
T1	7,0	0,60	21,8aA	12,6aA	1,67	5,53
T2	8,6	0,71	18,5bA	14,6aB	1,30	5,63
T3	7,0	0,60	20,7aA	12,4bA	1,63	6,15
T4	9,5	0,70	19,2bA	25,2aA	1,38	5,03
R1	7,75A	0,65A	20,1	13,6	1,48A	5,58A
R2	8,33A	0,65A	19,9	18,8	1,50A	5,59A
C1	7,0b	0,60b	21,2	12,5	1,65a	5,84a
C2	9,05a	0,70a	18,8	19,9	1,34b	5,33a

T1: EDTA crudo; T2: EDTA sancochado; T3: NaOH/Agua crudo; T4: NaOH/Agua sancochado

R1: remojo EDTA; R2: remojo NaOH/Agua

C1: consumo crudo; C2: consumo sancochado

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras mayúsculas comparan el tipo de remojo

Letras minúsculas comparan el tipo de consumo \*=% base materia seca

TABLA 5  
Características físicas y químicas de frejol frito  
cv. Tórtola Inia

	Humedad (%)	Aw	Proteína*	Absorción aceite*	Fibra*	Ceniza*
T1	6,4	0,67	24,6	11,3	1,35aA	5,63
T2	9,8	0,75	22,5	10,5	1,15bA	4,83
T3	7,7	0,59	24,4	11,7	1,15aB	5,7
T4	8,7	0,73	21,8	12,8	1,33aA	4,6
R1	8,1A	0,71A	23,6 A	10,9A	1,25	5,23A
R2	8,2A	0,66B	23,1A	12,2A	1,24	5,15A
C1	7,1a	0,63b	24,5a	11,5a	1,25	5,66a
C2	9,0a	0,74a	22,2b	11,6a	1,24	4,71b

T1: EDTA crudo; T2: EDTA sancochado; T3: NaOH/Agua crudo; T4: NaOH/Agua sancochado

R1: remojo EDTA; R2: remojo NaOH/Agua

C1: consumo crudo; C2: consumo sancochado

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras mayúsculas comparan el tipo de remojo

Letras minúsculas comparan el tipo de consumo

\*=% base materia seca

### Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial para los cultivares de frejol Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia se presentan en las Tablas 6, 7 y 8 respectivamente.

TABLA 6  
Análisis sensorial de frejoles cv. Pinto 114 fritos salados

	Apariencia	Color	Crocancia	Salado	Sabor	Aceptabilidad
T1	7,08	4,91	8,41	5,58	5,01	4,54aA
T2	4,41	6,08	5,25	5,33	4,66	5,50aA
T3	6,01	3,91	6,83	5,25	5,33	5,90aA
T4	4,08	5,75	2,83	5,66	4,50	4,12bA
R1	5,75A	5,50A	6,83A	5,45A	4,83A	5,02
R2	5,04A	4,83B	4,83B	5,45A	4,91A	5,02
C1	6,45a	4,41a	7,62a	5,41a	5,16a	5,22
C2	4,25b	5,91b	4,04b	5,50a	4,58b	4,81

T1: EDTA crudo; T2: EDTA sancochado; T3: NaOH/Agua crudo; T4: NaOH/Agua sancochado

R1: remojo EDTA; R2: remojo NaOH/Agua

C1: consumo crudo; C2: consumo sancochado

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras mayúsculas comparan el tipo de remojo

Letras minúsculas comparan el tipo de consumo

TABLA 7  
Análisis sensorial de frejoles cv. Suave 85 fritos salados

	Apariencia	Color	Crocancia	Salado	Sabor	Aceptabilidad
T1	6,66	4,16	6,25	5,25	5,08	6,20
T2	6,33	4,91	4,08	5,25	5,41	5,58
T3	6,41	4,33	6,50	5,33	5,16	6,16
T4	6,16	4,91	3,75	5,08	5,50	5,62
R1	6,50A	4,54A	5,16A	5,25A	5,25A	5,89A
R2	6,29A	4,62A	5,12A	5,20A	5,33A	5,89A
C1	6,54a	4,25a	6,37a	5,29a	5,12a	6,18a
C2	6,25a	4,91a	3,91b	5,16a	5,45a	5,60a

T1: EDTA crudo; T2: EDTA sancochado; T3: NaOH/Agua crudo; T4: NaOH/Agua sancochado

R1: remojo EDTA; R2: remojo NaOH/Agua

C1: consumo crudo; C2: consumo sancochado

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras mayúsculas comparan el tipo de remojo

Letras minúsculas comparan el tipo de consumo

En relación a la apariencia de los frejoles fritos, se puede apreciar que en general ésta fue buena. Sin embargo, el cultivar Pinto 114 presentó diferencia significativa en relación al tipo de consumo, donde los frejoles que fueron sancochados, presentaron una menor apariencia, al compararlos con aquellos que no fueron sancochados, debido a que al someterlos al tratamiento térmico, los granos se ablandaron y al exponerlos posteriormente a la fritura, tendieron a separar sus cotiledones quedando con una apariencia desuniforme.

TABLA 8  
Análisis sensorial de frejoles cv. Tórtola Inia fritos salados

	Apariencia	Color	Crocancia	Salado	Sabor	Aceptabilidad
T1	6,33	4,25	6,75	5,16	5,01	5,79
T2	6,08	5,58	3,16	5,66	5,08	5,75
T3	6,41	4,41	5,91	4,75	4,91	5,92
T4	6,08	5,33	3,5	5,75	5,25	6,21
R1	6,20A	4,91A	4,95A	5,41A	5,04A	5,77A
R2	6,25A	4,87A	4,7A	5,25A	5,08A	6,06A
C1	6,38a	4,33b	6,33a	4,95b	4,95a	5,85a
C2	6,08a	5,45a	3,33b	5,7a	5,16a	5,98a

T1: EDTA crudo; T2: EDTA sancochado; T3: NaOH/Agua crudo; T4: NaOH/Agua sancochado

R1: remojo EDTA; R2: remojo NaOH/Agua

C1: consumo crudo; C2: consumo sancochado

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras mayúsculas comparan el tipo de remojo

Letras minúsculas comparan el tipo de consumo

El color de los frejoles fritos de los cultivares Pinto 114 y Tórtola Inia presentaron diferencia significativa para el tipo de consumo. Los frejoles que fueron sancochados presentaron una calificación de color que varió entre “normal, moderado” a “levemente oscuro” debido probablemente al pardeamiento no enzimático que se produce durante el tratamiento térmico al cual fueron sometidos los granos (3). En relación al tipo de remojo, sólo el cultivar Pinto 114 presentó diferencia significativa en el color final de los granos fritos. En el frejol cultivar Suave 85, el color no se vio afectado por el tipo de remojo, como tampoco por el factor de consumo.

En relación a la crocancia se puede apreciar que los tres cultivares de frejol presentaron diferencia significativa en relación al tipo de consumo, donde los frejoles sancochados fueron calificados con una crocancia “blanda” a “algo blanda” debido a la gelatinización del almidón que se produce durante el tratamiento térmico a que fueron sometidos los granos. Sin embargo, la crocancia es una característica esencial de calidad que deben tener los alimentos tipo “snack”, con la cual los tratamientos sancochados no cumplirían.

El salado de los productos elaborados no presentó diferencia significativa en relación a las soluciones de remojo. Donde si se observó diferencia estadística fue para el tratamiento térmico en frejol Tórtola Inia, donde los frejoles sancochados presentaron una intensidad de sal mayor.

El sabor del frejol Pinto 114 presentó diferencia significativa para el tratamiento térmico, donde los frejoles crudos tuvieron una calificación de 5,2 que corresponde a sabor “normal, moderado”. Se esperaba que al sancochar los frejoles el sabor fuera mejor, ya que esta operación tiene como finalidad principal ablandarlos y desarrollar el sabor propio a cocido de ellos. Esta situación tampoco se presentó para los frejoles Suave 85 y Tórtola Inia, donde el tratamiento

térmico no tuvo efecto sobre el sabor de los productos elaborados.

El análisis sensorial de aceptabilidad es de gran importancia en el desarrollo de productos, ya que determina si éste será aceptado o rechazado por el consumidor, o simplemente si le es indiferente (14). Para Pinto 114 el tratamiento NaOH/Agua sancochado fue rechazado, calificado como ““e disgusta algo”” el tratamiento EDTA crudo resultó ser indiferente para los panelistas, los otros dos tratamientos, EDTA sancochado y NaOH/Agua crudo fueron aceptados sensorialmente con la misma intensidad de “me gusta algo”, sin embargo el tratamiento NaOH/Agua crudo obtuvo la mayor calificación. Los frejoles Suave 85 y Tórtola Inia no presentaron diferencia significativa en ninguno de los dos factores y todos los tratamientos en ambos cultivares fueron calificados sensorialmente con la misma intensidad, como “me gusta algo”.

### Elección del mejor tratamiento

La selección del tratamiento para obtener el mejor producto de cada uno de los cultivares de frejol analizados anteriormente, se realizó en base al análisis sensorial, siendo uno de los parámetros más importantes a considerar, la aceptabilidad del producto. De esta manera, el tratamiento seleccionado para los productos elaborados con frejol Pinto 114 fue NaOH/agua crudo ya que resultó ser el más aceptado con una calificación de “me gusta algo” (5,9).

La aceptabilidad más alta de los productos obtenidos a partir de frejol Suave 85 fue para los tratamientos crudos de ambos remojos, pero el tratamiento seleccionado fue EDTA crudo porque además presentó mejor apariencia. Los otros parámetros no presentaron mayor diferencia.

La selección del mejor tratamiento para el frejol Tórtola Inia se hizo en base al análisis sensorial aplicado a los cuatro productos. El tratamiento NaOH/agua crudo fue el que obtuvo mejor apariencia, mejor crocancia, el contenido de sal fue normal y como en aceptabilidad no hubo diferencia significativa y todos los tratamientos fueron calificados con la misma intensidad, el tratamiento que presentó mejores calificaciones fue NaOH/agua crudo.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que:

- Es tecnológicamente factible elaborar un producto crocante para el consumo como “snack” a partir de frejol mediante fritura profunda, con buenas características químicas, físicas y sensoriales.
- Se definió para cada cultivar de frejol estudiado, una línea de flujo que permite elaborar granos fritos, que para frejol Pinto 114 y Tórtola Inia fue la siguiente: selección, remojo en NaOH/agua, pelado, escurrido, fritura (5 minutos, 190°C), salado, envasado. Para frejol Suave 85 la línea de flujo fue: Selección, remojo en

EDTA, pelado, escurrido, fritura (5 minutos, 190°C), salado, envasado. No es posible definir una línea común, ya que dependerá de cada especie y cultivar a procesar. Las soluciones de remojo utilizadas en este estudio no tuvieron un efecto determinante sobre la calidad de los frejoles fritos, y aunque se presentaron diferencias en algunas de las características evaluadas debidas a este factor, la mayoría de las diferencias encontradas se debieron al tratamiento térmico aplicado.

Investigación financiada por el proyecto DTI A-3031.

### REFERENCIAS

1. Aykroyhd WR y Doughty J. Las leguminosas en la nutrición humana. FAO. Roma, 136p. 1982.
2. Nielsen S. Digestibility of legume proteins. *Food Technology*, 1991;112-114.
3. Cancino AR. Elaboración de crocantes de leguminosas para consumo inmediato. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 1960; 60p.
4. Estévez AM, Figuerola F, Castillo E y Yañez E. Effect of processing on some chemical and nutritional characteristics of pre-cooked and dehydrated legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1991;41:193-201.
5. Uebersax MA, Ruengsakulrach S and Occeña LG. Strategies and procedures for processing dry beans. *Food Technology*. 1991;104-111.
6. Estévez AM. Avances en la industrialización de leguminosas de grano. *Alimentos* 1990;15(5):64-67.
7. Furia TE. EDTA in foods: a technical review. *Food Technology*. 1964;18(12):1874-1880.
8. Luh BS, Wang C and Daoud HN. Several factors affecting color texture and drained weight of canned dry lima beans. *J Food Science* 1975;40:557-561.
9. Varriano-Marston E and De Omana E. Effects os sodium salt solutions on the chemical composition and morphology of black beans (*Phaseolus vulgaris*). *J Food Science* 1979;44(2):531-536.
10. Association of Official Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14<sup>th</sup> ed. Virginia USA. 1984;1141.
11. Watts BM, Ylimaki GL, Jeffery LE y Elias LG. Basic sensory methods for food evaluation. International Development Research Centre, IDRC. Ottawa, Canada. 1989;160p.
12. Kabuza T and Contreras-Medellin R. Prediction of moisture protection requirements for foods. *Cereal Foods World*, 1981;26:335-343.
13. Badui S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana. Mexico. 1984;429p.
14. Fellow P. Tecnología del procesado de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 1994;549p.

Recibido: 13-02-2000

Aceptado: 04-05-2001

## Estudo do conteúdo mineral de iogurtes naturais e com sabor de frutas, comercializados na cidade de São Paulo, Brasil

*Nilva Aparecida Rassinetti Pedro, Elisabeth de Oliveira, Sabrina Penazzi Filli e Darilena Monteiro Porfírio*

Instituto de Química, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brazil

**RESUMO.** O conteúdo dos macrominerais Na, K, Ca, Mg e P e dos microminerais Fe, Zn, Cu, Mn, Sn e Ni foi avaliado em 44 amostras de iogurtes naturais e com sabor de frutas, de 9 marcas diferentes, encontradas no comércio da cidade de São Paulo. Foram empregadas a digestão ácida assistida por microondas e a determinação dos minerais por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido (ICP-OES). Os resultados mostraram que os iogurtes são boas fontes dos minerais Ca, P e K, fontes razoáveis de Na, Mg e Fe e fontes pobres dos demais minerais estudados. A análise multivariada não mostrou diferenças significativas entre as marcas e entre os sabores estudados. **Palavras chaves:** Conteúdo mineral, iogurtes, microondas, ICP-OES.

**SUMMARY:** Study of the mineral content of natural or fruits yogurts from State of São Paulo, Brazil. The contents of the macrominerals Na, K, Ca, Mg, and P and the microminerals Fe, Zn, Cu, Mn, Sn and Ni, present in 44 samples of natural or fruits yogurts, of 9 different brands, available in the commerce of São Paulo State, Brazil, were evaluated. Acid digestion assisted by microwave and the determination of the elements by inductively coupled argon plasma atomic emission spectrometry (ICP-OES) were employed. The results showed that the yogurts are good sources of Ca, P and K, reasonable sources of Na, Mg and Fe, and poor sources of Zn and Cu. The multivariate analysis showed non-significant differences among the brands and the flavors studied. **Key words:** Mineral content, yogurts, microwaves, ICP-OES.

### INTRODUÇÃO

A importância dos oligoelementos no organismo humano é bem conhecida, uma vez que os mesmos desempenham funções insubstituíveis em numerosos processos vitais. O aumento do conhecimento da relação existente entre o conteúdo mineral da dieta e a presença de enfermidades crônicas, tais como hipertensão, osteoporose, doenças cardiovasculares, tem contribuído para um maior interesse sobre o conteúdo em nutrientes minerais dos alimentos (1).

O leite de vaca é um alimento natural que contém praticamente todos os constituintes de importância nutricional para o homem. Fornece energia devido ao seu alto teor de lactose e gordura, fornece proteínas de excelente qualidade e, sobretudo, é a fonte alimentar mais importante de Ca. Isto faz do leite e seus derivados um grupo de grande importância no suprimento de nutrientes em uma dieta alimentar (2,3).

A partir da década de 80, ocorreu um significativo aumento no consumo de produtos lácteos fermentados (4,5). O iogurte é o produto de leite coagulado obtido pela fermentação láctea mediante a ação de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, a partir de leite pasteurizado, nata pasteurizada, leite concentrado, com a adição de leite em pó integral ou desnatado, sendo os microorganismos citados viáveis e abundantes no produto

final (6). A adição de frutas ao iogurte tem por objetivo atenuar seu sabor ácido e assim, ter maior aceitação popular (7).

O iogurte é considerado um alimento saboroso e saudável com alto teor de proteínas, baixo teor de gorduras e fonte apropriada de minerais como Ca, P, Zn e Mg. Entre os minerais destaca-se o Ca, uma vez que os produtos lácteos, principalmente o iogurte, são melhores fontes que os outros alimentos (8-10). Alguns autores destacam não só o fornecimento de Ca pelo iogurte, como também a excelente relação deste com o P, o que consideram como critério suficiente para recomendá-lo para a população em geral, e de forma particular, a certos grupos de pessoas com necessidades específicas (8,9,11). Sua riqueza protéica e a fácil digestão de seus componentes o tem introduzido no tratamento da inapetência, da alimentação pós-operatória e no caso de transtornos digestivos (12). A infância é, provavelmente, o período da vida em que a demanda nutricional é maior, porque ocorre um rápido crescimento, havendo necessidade de grandes quantidades de minerais. É importante uma ingestão suficiente de minerais, caso contrário podem surgir doenças e um desenvolvimento anormal da criança. Ca e P são essenciais para uma boa mineralização dos ossos e dentes e crianças com deficiência desses minerais podem apresentar o raquitismo. Estudos mais

recentes indicam que um aumento no consumo de Ca, produz diminuição na incidência de câncer de colo de útero (13). Deficiências de Zn e Mg causam severos problemas de saúde e podem afetar o crescimento (12,14).

Tendo em vista o aumento significativo de produtos oferecidos no comércio e seu elevado consumo pelas crianças, foram determinados os teores dos minerais Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Ni, Zn, Cu, Mn e Sn em iogurtes naturais e com sabor de frutas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Materiais:** Foram analisadas 44 amostras de iogurtes de 8 sabores e 9 marcas diferentes (nomeadas A, B, C, D, E, F, G, H, I) adquiridas no comércio da cidade de São Paulo, durante o ano de 1997. Os sabores analisados foram morango, maracujá, pêssego, coco, ameixa, maçã, salada de frutas e natural. Foram analisadas em média 5 amostras de cada marca e 5 amostras de cada sabor. As amostras foram homogeneizadas e abertas e, em seguida, 3 alíquotas de cada amostra foram solubilizadas. A digestão foi realizada em forno de microondas focalizado MX-350 (SPEX).

**Determinação dos minerais:** Foram determinados os minerais Na, K, Ca, Mg, P, Cu, Sn, Fe, Zn, Mn e Ni, diretamente na solução digerida, usando o espectrômetro de emissão atômica com plasma de argônio induzido Modula Seqüencial (Spectro), nas condições de potência de 1.200 W, fluxo de ar refrigerante de 12 L/min, fluxo de ar auxiliar de 1,2 L/min, fluxo de ar carregador de 1,0 L/min, velocidade de introdução de amostra de 1,5 mL/min, altura de observação de 12 mm e uso de nebulizador Meinhard. Os comprimentos de onda utilizados para cada mineral e seus respectivos limites de quantificação (15) estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1  
Comprimentos de onda e limites de quantificação<sup>15</sup>,  
para os elementos estudados

Elementos	$\lambda$ (nm)	Limite de quantificação (ng/mL)
Na	588.995	50
K	76.491	220
P	178.290	20
Ca	422.673	30
Mg	383.826	110
Fe	259.940	70
Cu	324.754	7
Zn	213.856	7
Mn	293.930	7
Ni	221.647	30
Sn	242.940	210

**Métodos:** Foram pesados, em balança analítica, cerca de 0,5 g de amostra homogeneizada, e foram adicionados 20 mL de HNO<sub>3</sub> concentrado e 10 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%. Após repouso, à temperatura ambiente, por 4 minutos, foi executado o programa de aquecimento no forno de microondas focalizado: potência de 45 W por 2 minutos, 60 W por 2 minutos e 75 W por 6 minutos. Depois de frio, o volume foi levado a 50 mL (em balão volumétrico) com água destilada e deionizada e foi efetuada filtração em papel de filtro quantitativo Whatman 42. A filtração se faz necessário para evitar entupimento do nebulizador do espectrômetro de emissão atômica, devido a provável presença de sílica.

**Análise estatística:** Para melhor identificar as relações existentes entre as amostras estudadas, utilizou-se a técnica de análise multivariada, com aplicação do método de reconhecimento de padrões Agrupamento Hierárquico ou Análise de Clusters (método de Ward), utilizando o programa Statistical Package for Social Science (SPSS) (16). O agrupamento hierárquico procura classificar num mesmo subgrupo as amostras ou elementos semelhantes por grau de similaridade, que resulta em um gráfico denominado dendograma (17,18).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, expressos como média e desvio padrão da análise feita em triplicata, de cada uma das 9 marcas estudadas estão apresentados na Tabela 2, onde observa-se que as marcas estudadas possuem quantidades equivalentes dos minerais avaliados, com exceção da marca D que possui concentração de Fe aproximadamente três vezes maior que as demais e a marca E, por ser a única a apresentar maior quantidade de Cu.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores obtidos para os iogurtes em relação aos sabores, não tendo sido verificadas diferenças significativas entre os 8 sabores estudados, salientando-se o sabor morango, que apresentou maior conteúdo de Cu, o sabor ameixa com maior conteúdo de Mn e os sabores pêssego, ameixa e salada de frutas com valores maiores de Fe.

A Tabela 4, mostra a porcentagem de contribuição necessária para satisfazer o RDA (em termos de conteúdo total), de cada um dos elementos estudados, contidos em um pote de iogurte de 120 mg. Através dessas porcentagens podemos classificar os iogurtes como boas fontes dos minerais Ca, P e K, fontes razoáveis de Na, Mg e Fe e fontes pobres dos demais minerais estudados.

TABELA 2  
Concentração e desvio padrão dos nutrientes minerais (mg/100g) dos iogurtes, de acordo com a marca

Marcas	Na	K	Mg	Ca	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Sn	Ni
A	42,6 ± 0,6	121,3 ± 1,8	7,3 ± 0,1	87,5 ± 1,3	48,5 ± 0,7	0,372 ± 0,006	0,015 ± 0,002	0,018 ± 0,003	0,197 ± 0,003	0,403 ± 0,006	0,020 ± 0,001
B	44,9 ± 0,7	137,5 ± 2,1	8,0 ± 0,1	96,7 ± 1,4	49,5 ± 0,7	0,228 ± 0,003	0,010 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,186 ± 0,003	0,259 ± 0,004	0,006 ± 0,001
C	45,8 ± 0,7	127,0 ± 1,9	7,6 ± 0,1	97,8 ± 1,5	50,6 ± 0,8	0,393 ± 0,006	0,011 ± 0,001	0,005 ± 0,001	0,202 ± 0,003	0,171 ± 0,003	0,005 ± 0,001
D	49,8 ± 0,8	129,2 ± 1,9	7,5 ± 0,1	87,0 ± 1,3	47,6 ± 0,7	0,962 ± 0,014	0,007 ± 0,001	0,003 ± 0,001	0,312 ± 0,005	0,153 ± 0,002	-
E	47,8 ± 0,7	136,2 ± 2,0	8,2 ± 0,1	94,9 ± 1,4	51,5 ± 0,8	0,388 ± 0,006	0,014 ± 0,002	0,159 ± 0,002	0,187 ± 0,003	0,257 ± 0,004	0,005 ± 0,001
F	58,9 ± 0,9	166,3 ± 2,4	9,6 ± 0,1	114,8 ± 1,7	52,2 ± 0,8	0,327 ± 0,005	0,023 ± 0,001	0,009 ± 0,001	0,225 ± 0,003	0,323 ± 0,005	0,011 ± 0,002
G	63,0 ± 1,0	146,2 ± 2,2	9,2 ± 0,1	102,0 ± 1,5	47,2 ± 0,7	0,371 ± 0,006	0,026 ± 0,001	0,008 ± 0,001	0,246 ± 0,002	0,223 ± 0,003	0,013 ± 0,002
H	46,0 ± 0,7	144,5 ± 2,2	8,5 ± 0,1	97,6 ± 1,5	39,8 ± 0,6	0,369 ± 0,006	0,022 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,198 ± 0,003	0,301 ± 0,004	0,030 ± 0,004
I	59,7 ± 0,9	171,6 ± 2,6	10,2 ± 0,2	115,9 ± 1,7	52,9 ± 0,8	0,336 ± 0,012	0,020 ± 0,001	0,011 ± 0,002	0,172 ± 0,003	0,335 ± 0,012	0,013 ± 0,002

TABELA 3  
Concentração e desvio padrão dos nutrientes minerais (mg/100g) dos iogurtes, de acordo com os sabores

Sabores	Na	K	Mg	Ca	P	Fe	Cu	Zn	Sn	Ni	Ca/P
Morango	46,2 ± 0,7	131,9 ± 2,0	7,8 ± 0,1	94,6 ± 1,4	49,6 ± 0,7	0,446 ± 0,007	0,039 ± 0,002	0,287 ± 0,004	0,281 ± 0,004	0,010 ± 0,001	1,9
Maracujá	43,9 ± 0,7	131,1 ± 2,0	7,4 ± 0,1	87,2 ± 1,3	38,9 ± 0,6	0,345 ± 0,005	0,011 ± 0,001	0,196 ± 0,003	0,315 ± 0,005	0,009 ± 0,001	2,2
Pêssego	45,6 ± 0,7	118,6 ± 1,8	6,8 ± 0,1	82,4 ± 1,2	40,2 ± 0,6	0,564 ± 0,008	0,004 ± 0,001	0,302 ± 0,004	0,194 ± 0,003	0,003 ± 0,001	2,0
Coco	43,0 ± 0,7	127,8 ± 1,9	7,7 ± 0,1	92,2 ± 1,4	47,7 ± 0,7	0,280 ± 0,004	0,006 ± 0,001	0,256 ± 0,004	0,198 ± 0,003	0,015 ± 0,001	1,9
Ameixa	62,8 ± 0,9	152,8 ± 2,3	9,7 ± 0,2	105,1 ± 1,6	52,2 ± 0,8	0,525 ± 0,008	0,010 ± 0,001	0,298 ± 0,004	0,253 ± 0,004	0,015 ± 0,001	2,0
Maçã	48,2 ± 0,7	149,7 ± 2,2	8,8 ± 0,1	101,5 ± 1,5	47,6 ± 0,7	0,265 ± 0,004	0,008 ± 0,001	0,172 ± 0,003	0,320 ± 0,005	0,007 ± 0,001	2,1
Sal. frutas	43,7 ± 0,7	119,6 ± 1,8	7,0 ± 0,1	83,0 ± 1,2	41,5 ± 0,6	0,507 ± 0,008	0,011 ± 0,001	0,265 ± 0,004	0,293 ± 0,004	0,017 ± 0,001	2,0
natural	64,0 ± 1,0	178,5 ± 2,7	10,7 ± 0,2	124,1 ± 1,9	52,1 ± 0,8	0,360 ± 0,005	0,005 ± 0,001	0,205 ± 0,003	0,236 ± 0,005	0,006 ± 0,001	2,4

TABELA 4

Iogurtes como fonte de nutrientes minerais e porcentagens de contribuição para o RDA

Elemento	Iogurtes	Valor médio (mg/120g) <sup>a</sup>	RDA (mg/dia)	Contribuição por pote (%)
Na	todos os sabores	61,7	2500 <sup>19</sup>	2,5
K	todos os sabores	171,6	2500 <sup>19</sup>	7
Ca	todos os sabores	120,2	800 <sup>19</sup>	15
Mg	todos os sabores	10,1	300-350 <sup>19</sup>	3
P	todos os sabores	58,6	800 <sup>19</sup>	7
Fe	todos os sabores	0,460	10-14 <sup>19</sup>	3,3-4,6
Cu	morango	0,05	2-3 <sup>20</sup>	1,7-2,5
Zn	todos os sabores	0,23	15 <sup>19</sup>	1,5

a - quantidade geralmente contida em um pote de iogurte

Os valores encontrados para a maioria dos minerais em nosso estudo, apresentados na Tabela 5, estão abaixo dos valores da literatura, com exceção do Fe, encontrado em maior quantidade, e do Cu e Mn com valores próximos aos da literatura. As variações observadas já eram esperadas, uma vez que os dados da literatura não são de produtos brasileiros

e deve-se, portanto, considerar que os níveis de minerais que ocorrem no leite dependem de um número de fatores tais como características genéticas, estágio de lactação, condições ambientais, etc. Os níveis em que os minerais estão presentes em derivados de leite, também dependem do tratamento tecnológico desses produtos (24).

Considerando o dendograma de similaridade entre as marcas, apresentado na Figura 1, temos a formação de dois grupos distintos. O primeiro, contendo as marcas F e I, com 100% de similaridade entre si e aproximadamente de 75% com o segundo grupo, devido às quantidades mais elevadas de Na, K, Mg, Ca e P apresentadas por ambas. O segundo é formado pelas demais marcas, dentro do qual notamos uma pequena diferença na similaridade. As marcas B, C e D apresentam similaridade de 100% entre si e de aproximadamente 98% com a marca H, 97% com as marcas A e D (com 100% de similaridade entre si) e 95% com a marca G. A marca G apresenta maior conteúdo de Na e, devido a isso, aparece no dendograma com menor similaridade dentro do segundo grupo.

TABELA 5  
Comparação dos valores encontrados com valores citados na literatura, em mg/100g

Elementos	Referência 9, iogurte natural	Refer. 21-23, iogurte natural desnatado	Refer. 21-23, iogurte desnat. sabor morango	Valores encontrados iogurte natural	Valores médios enc. (iogurtes com frutas)
Na	92,7 ± 23,3	65 ± 6	54 ± 6	59,7 ± 0,9	49,9 ± 7,2
K	184,3 ± 19,5	218 ± 18	174 ± 14	171,6 ± 2,6	138,5 ± 14,1
Ca	135,5 ± 10	150 ± 23	117 ± 19	115,9 ± 1,7	97,3 ± 8,8
Mg	13,1 ± 1,2	16 ± 1	13 ± 2	10,2 ± 0,2	8,1 ± 0,93
P	-	121 ± 13	93 ± 11	52,9 ± 0,8	48,4 ± 3,9
Cu	0,018 ± 0,004	±	±	0,011 ± 0,002	0,027 ± 0,054
Fe	0,047 ± 0,009	0,04 ± 0,02	0,09 ± 0,05	0,336 ± 0,012	0,426 ± 0,223
Zn	0,46 ± 0,040	0,59 ± 0,06	0,45 ± 0,06	0,172 ± 0,003	0,219 ± 0,043
Mn	0,006 ± 0,001	±	±	0,02 ± 0,001	0,016 ± 0,007

FIGURA 1  
Dendograma de similaridade entre as amostras

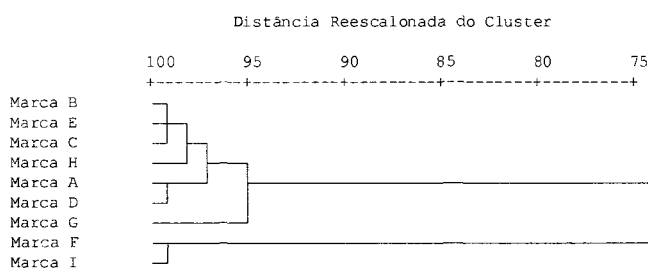
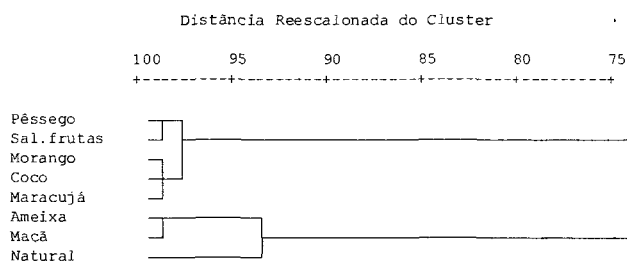


FIGURA 2  
Dendograma de similaridade entre os sabores

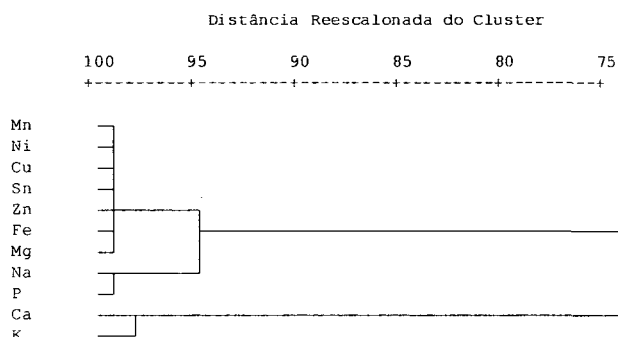


No dendrograma de similaridade entre os sabores, apresentados na Figura 2, temos também a formação de 2 grupos distintos, com aproximadamente 75% de similaridade entre eles. No primeiro grupo temos os sabores pêssego e salada de frutas com 100% de similaridade entre si e, aproximadamente 98% de similaridade com os sabores morango, coco e maracujá (esses com 100% de similaridade entre si). O segundo grupo contém os sabores ameixa e maçã com 100% de similaridade entre si e aproximadamente 94% com iogurte natural. Os três sabores que fazem parte do segundo grupo são os que contêm maiores quantidades dos minerais Na, K, Mg e Ca, sendo que essa diferença é mais acentuada na amostra de iogurte natural.

No dendrograma de similaridade entre os minerais estudados, apresentado na Figura 3, temos a separação em três grupos. O primeiro contendo os minerais Mn, Ni, Cu, Sn, Zn, Fe e Mg, que aparecem em menores quantidades com aproximadamente 98% de similaridade entre si e 95% com o segundo grupo, formado pelos minerais que aparecem com concentrações intermediárias, que são Na e P. Os dois grupos citados possuem aproximadamente 75% de similaridade com o terceiro, formado por Ca e K (com 98% de similaridade entre si), e que aparecem como os minerais em maiores quantidades nos iogurtes.

FIGURA 3

Dendrograma de similaridade entre os elementos estudados



A relação média Ca/P encontrada nos iogurtes de  $2,1 \pm 0,2$  (Tabela 3), evidencia uma suplementação de Ca nos iogurtes estudados, uma vez que para leite integral o valor desta relação é inferior ao encontrado, cerca de 1,3 (25).

O conteúdo médio obtido de Sn foi de  $(0,269 \pm 0,080)$  mg/100g com relação às marcas e  $(0,261 \pm 0,049)$  mg/100g com relação aos sabores. Esses valores são comparativamente menores do que os valores estabelecidos pela Legislação Brasileira (25mg/100g) para alimentos (26). O Sn é considerado como um provável elemento essencial e sua fonte é atribuída a processos industriais (19).

### CONCLUSÕES

Comparando as quantidades de nutrientes encontradas nos iogurtes estudados com os valores de RDA (Recommended Dietary Allowance), da tabela 5, concluímos que os nutrientes Na, K, Ca, P e Fe podem ser suplementados por uma dieta combinada de iogurte e outros alimentos. A maior contribuição é com relação ao Ca, onde apenas o conteúdo de um pote (contendo 120 g) contribui com cerca de 15% das necessidades diárias.

A análise multivariada mostrou-se importante para avaliar pequenas diferenças entre as amostras, o que não seria possível por simples análise dos dados.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro.

### REFERÊNCIAS

- Castanieira EA, Gómez R, Gonzalez MAC e Salguero JF. Estudio de elementos minerales en productos cárnicos. *Alimentaria*, 1995; 32(262): 63-67.
- Amaro López MA e Zurera Cosano G. Valor nutricional de productos lácteos: contenido mineral. *Alimentaria*, 1995; 33(265): 37-40.
- Wong NP, LaCroix DE e Alford JA. Mineral content of dairy products. *J Am Diet Assoc.* 1978; 72(3): 288-291.
- López MC, Medina LM, Córdoba MG e Jordano R. Evaluación de la calidad microbiológica en helado de yogur. *Alimentaria*, 1997; 35(288): 39-45.
- Varnam AH e Sutherland JP. Leche y productos lácteos-Tecnología, química y microbiología. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza (España), 476pg., 1995.
- Fernandéz SG, Serra MB, Caras MA, Bes JML, Pol JR, Gay JR, Gay ET, Pico AR e López PB. Alteraciones reológicas en procesos fermentados lácteos. *Yogur. Alimentaria*, 1994, 31(254): 41-48.
- Moreira SR, Schwan RS, Carvalho EP e Ferreira C. Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras – M.G. *Ciênc. Tec. Alim.*, 1999; 19(1): 147-152.
- García-Martínez M, Seara PJS, Gordillo-Otero MJ, López MAA e Rojas RM. Valoración nutricional de la composición mineral de yogures enteros aromatizados. *Alimentaria*, 1998; 35(297): 73-76.
- Rojas RM, Ruiz CC, López MA e Cosano GZ. Contenido mineral del yogur natural. *Alimentaria*, 1993; 30(239): 81-84.
- Karagul-Yuceer Y, Coggins PC, Wilson JC e White CH. Carbonated yogurt – sensory properties and consumer acceptance. *J Dairy Sci.*, 1999; 82: 1394-1398.
- Martínez I, Santaella M, Ros G e Perriago MJ. Content and *in vitro* availability of Fe, Zn, Mg, Ca and P in homogenized fish-based weaning foods after bone addition. *Food Chem.*, 1998; 63(3): 299-305.
- García TB, Ruiz LRA e Díaz ME. Microbiología sanitaria de los yogures naturales y com sabores, de consumo en la provincia de Alicante. *Alimentaria*, 1986; 23(177): 39-42.
- Holt PR. Dairy foods and prevention colon cancer: human studies. *J Am Col Nutr.* 1999; 8(5): 379S-391S.
- Perrone L, Gianella G, Moro R, Feng SL, Boccia E, Palombo G, Carbone MT e DiToro R. Zinc, copper and iron in obese children and adolescents. *Nutrition Res.*, 1998; 18(2): 183-189.
- Carré M, Excoffer S e Mermet JM. A study of the relation between of detection and the limit of quantification in inductively coupled plasma spectrometry. *Spectrochimica Acta, Part b*, 1997; 52: 2043-2049.
- Norusis NJ. SPSS for Windows, professional statistics. release 6.0, SPSS-INC, USA, 1993.
- Bruns RE e Faigle JFG. Quimiometria. *Quím. Nova*, 1985; 8(2): 84-99
- Kellmer R, Mermet JM, Otto M e Widner HM. *Analytical Chemistry*, New York, Wiley – VCH, 1998.
- Linder M. *Nutritional Biochemistry and Metabolism*, 2<sup>a</sup> edition, Appleton & Lange, USA, 1991.
- Lurie DG, Holden JM, Schubert A, Wolf WR e Miller-Ihli NJ. The copper content of foods based on a critical evaluation of published analytical data. *J Food Comp Anal.* 1989; 2: 298-316.

21. Pennington JAT, Schoen SA, Salmon GD, Young B, Johnson RD e Marts RW. Composition of core foods of the U.S. food supply, (1982-1991). I- Sodium, phosphorus, and potassium. *J Food Comp Anal.* 1995; 8: 91-128.
22. Pennington JAT, Schoen SA, Salmon GD, Young B, Johnson RD e Marts RW. Composition of core foods of the U.S. food supply, (1982-1991). II- Calcium, magnesium, iron, and zinc. *J Food Comp Anal.* 1995; 8: 129-169.
23. Pennington JAT, Schoen SA, Salmon GD, Young B, Johnson RD e Marts RW. Composition of core foods of the U.S. food supply, (1982-1991). III- Copper, manganese, selenium, and iodine. *J Food Comp Anal.* 1995; 8: 171-217.
24. Gambelli L, Belloni P, Ingraio G, Pizzoferrato L e Santaroni GP. Minerals and trace elements in some Italian dairy products. *J Food Comp Anal.* 1999; 12: 27-35
25. Fennema OR. *Food Chemistry, Food Chemistry and technology*, Marcel Dekker, Inc, 3ª edition, 1996.
26. Brasil, Leis, Decretos, etc., Decreto nº 55871, de 25/03/1965. *Diário Oficial, Brasília, 09/04/1965, seção 1, pt, p.3611.*

Recibido: 04-08-2000

Aceptado: 27-04-2001

## NUEVOS LIBROS

**“Nutriguía. Manual de nutrición clínica en atención primaria”. Ana M. Requejo y Rosa M. Ortega. Editorial Complutense. Madrid 2000. ISBN 84-7491-587-2. 641 páginas.**

La Editorial Complutense de Madrid (España) acaba de publicar el libro: “Nutriguía. Manual de Nutrición Clínica en Atención Primaria” de gran acogida entre los profesionales interesados por temas de nutrición.

La obra ha sido dirigida por dos profesoras del Departamento de Nutrición de la Editorial Complutense, y en la elaboración del texto participan diversos autores con gran prestigio y experiencia en diversas parcelas de esta ciencia. La autoría del prólogo es del Dr. Federico Mayor Zaragoza (ex - presidente de la UNESCO), que resalta la variedad temática y el rigor y claridad en los temas alabados.

El libro es un manual de consulta rápida, de fácil lectura, muy práctico y bien estructurado, que aborda las inquietudes más frecuentes y los temas sobre los que existe más controversia. Se inicia con el apartado correspondiente a la nutrición general, en el cual se comentan las Guías en Alimentación, Ingestas Recomendadas, Problemática Nutricional del Deportista, del Niño, la Mujer Gestante y Nutrición en la Edad Avanzada. Posteriormente se aborda la Nutrición Clínica, con capítulos que analizan los cuidados y mejoras nutricionales a introducir en pacientes con insomnio, cataratas, en prevención del cáncer, enfermedad periodontal,

osteoporosis, enfermedades cardiovasculares y digestivas. En un tercer apartado se abordan situaciones especiales: problemática nutricional del alcohólico y ex alcohólico, del fumador e interacciones entre nutrientes y fármacos. El cuarto apartado tiene que ver con la evaluación nutricional, analizando los métodos dietéticos, antropométricos, hematológicos, bioquímicos e inmunológicos. Completan el texto otros tres epígrafes más en los cuales, de modo sucinto, se presenta la planificación semanal de diversas dietas (para diabetes mellitus, enfermedad celiaca, control de peso). Se incluyen también diversas Tablas (contenido en nutrientes de distintos alimentos, límites de normalidad para los diferentes parámetros mencionados en el texto) y esquemas de gran utilidad, finalizando con Recomendaciones Dietéticas Específicas.

El texto presenta un resumen de los conocimientos sólidamente establecidos, pero también reseña los resultados de los últimos estudios y los temas que están siendo objeto de investigación en la actualidad. Al final de cada capítulo aparece un resumen breve, pero muy ilustrativo, de las ideas en él expuestas.

El texto fue patrocinado por los laboratorios Davur, que lo distribuyó entre 15.000 médicos españoles de atención primaria. Recientemente acaba de salir a la venta y puede ser solicitado a la Editorial Complutense (c/Donoso Cortés Nº 65, 28015-Madrid (España), Teléfono: 34-91-543 7558 Fax: 34-91-543 7476, E-mail: [ecsa3@net.disbumad.es](mailto:ecsa3@net.disbumad.es)).

# Fuerte como un roble.

Ahora tus cereales Kellogg's®  
vienen con Forticalcio®,  
todas las fortalezas del calcio  
para huesos y dientes  
sumamente fuertes.



**FORTICALCIO**® de *Kellogg's*®

Más fortalezas para crecer.  
[www.kelloggs-latino.com](http://www.kelloggs-latino.com)

**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.



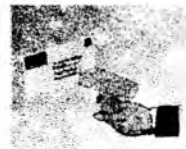
#### **AUTOMATIZACION DE TAQUILLA**

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...*

**Artes Finales:** Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 993.81.43

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 285.55.29

**Impresión:** Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos (02) 62.24.85 - 62.87.30

## **SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)**

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2001-2003) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Adolfo Chávez
Vicepresidente (Presidente Electo)	Helio Vannucchi
Secretario General	Abelardo Avila Curiel
Tesorero	Fernando Pérez-Gil Romo
Presidente Saliente	Alejandro O'Donnell
Vocal de Salud Pública	Juan Rivera Dommarco
Vocal de Alimentación y Dietética	Consuelo Velásquez
Vocal de Nutrición Infantil	Homero Martínez
Vocal de Ciencia de los Alimentos	Jóse Angel Ledesma Solano
Vocal de Tecnología de Alimentos	Eduardo Mendoza Martínez
Vocal en Nutrición Básica	Salvador Villalpando
Vocal en Nutrición Animal	Silvia Carrillo
Vocal en Estatutos y Organización	Natalia Berún de Tamez
Vocales de Informática	Teresa Shamah Levy
	José Félix Chávez Pérez (ALAN)
	Héctor Araya (AEN)
Vocales de Congreso y Reuniones	Miriam Muñoz Rivera
	Mara Rosa Ochoa Camposeco
	Claudia Hunot
	María Concepción Sánchez Roveló

## **DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION**

Editor General	José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado	Maritza L. de Jiménez

## **MIEMBROS DE CUERPO EDITORIAL PERIODO 2001-2003**

Juan de Dios Alvarado	María L.P. Martín de Portela
Héctor Araya	Lilia Masson Salaué
María Laura Arias E.	Reynaldo Martorell
Jaime Ariza M.	Rafael Monge R.
Guillermo Arroyave	Josefina Morales de León
José María Bengoa	Santiago Muzzo B.
Adriana Blanco M.	Rosa María Ortega A.
Héctor Bourges R.	Saturnino de Pablo
Ricardo Bressani	Nelly Pak
Jesús Bulux	Emma W. de Penna
Benjamín Caballero	Ernesto Pollitt
Germán Camejo	Myriam Puig A.
Sara J. Closa	María Ester Río
Omar Dary M.	María Elena Sambucetti
Elizabet Dini G.	Nilson E. de Sousa
J.E. Dutra de Oliveira	Nora Slobodianik
Juan Ignacio Egaña	Liseti Solano R.
Patricia R. de Ferrer	Noel W. Solomons
María N. García Casal	Luiz C. Trugo
Marisa Guerra M.	Ricardo Uauy D.
Werner G. Jaffé	Mirtha E. Valencia
Gladys Henriquez P.	Mauro Valencia J.
Eva Hertrampf	Yolanda H. de Valera
Patricio Hevia O.	Mario Villarroel T.
Miguel Layrisse	Tomás Walter
Luis López Valladares	Carolyn Jane Wyatt
Julio Sergio Marchini	Enrique Yáñez S.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 51. N° 2, Junio 2001

## Contenido

### TRABAJOS DE INVESTIGACION

#### Nutrición Humana

##### **Nutrition and cataract in low-income Mexicans: experience in an Eye Camp**

Claudia P. Sánchez-Castillo, José Lara, José Romero-Keith, Guillermo Castorena, Antonio R. Villa, Norma López, José Pedraza, Omar Medina, Carolina Rodríguez, Federico Chávez-Peón Medina and W.Philip T. James ..... 113

##### **Growth of exclusively breast-fed infants from a poor urban population**

Rubens G. Ricco, Carlos A. Nogueira-de-Almeida, Luiz A. Del Ciampo, Júlio C. Daneluzzi, Maria Lúcia Silveira Ferlin, Gerson Muccillo ..... 122

##### **Dietary calcium intake by a group of 13 18-year-old Costa Rican teenagers**

Rafael Monge-Rojas, Hilda P. Nuñez ..... 127

#### Bioquímica Nutricional

##### **Efectos de la intervención nutricional sobre las variables antropométricas, la ingesta y las concentraciones de lípidos y lipoproteínas del plasma en niños con dislipidemia**

Flor María Carneiro Muziotti, Virgilio Bosch Román y Melania Izquierdo Rodríguez ..... 132

##### **Relación entre el índice de masa corporal durante la gestación en embarazadas adolescentes y adultas, indicadores antropométricos de crecimiento fetal y retardo de crecimiento intrauterino. La Costa, Argentina, 1999**

Andrés Guillermo Bolzán, Luis Manuel Guimarey ..... 145

#### Nutrición Comunitaria

##### **Macronutrientes, fibra, ácidos grasos y minerales en almuerzos servidos en un comedor universitario**

Gisell C. Alfonso G., Anna María Cioccia R. y Patricio Hevia ..... 151

##### **Complementary feeding: Study on prevalence of food intake in two Health Centers of São Paulo City**

Dirce Maria Lobo Marchioni, Maria do Rosário Dias de Oliveira Latorre, Sophia Cornbluth Szarfarc, Sônia Buongiorno de Souza ..... 161

#### Microbiología de Alimentos

##### **Resistencia térmica de levaduras en jugo de naranja a diferentes concentraciones de sólidos solubles**

Zoraida Medina de Salcedo, Betzabé Sulbarán de Ferrer, Alexis Ferrer Ocando y Graciela Ojeda de Rodríguez ..... 167

##### **Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (*Cucumis melo L*) mínimamente procesado por impregnación al vacío**

Félix Rafael Millán Trujillo, Sonia López Plá, Valentín Roa Tavera, María Soledad Tapia Rita Cava ..... 173

#### Ciencia de Alimentos

##### **Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz super dulce**

Candelario Camacho, Braunnier Alfonso, Ligia Ortiz de Bertorelli y Frank De Venanzi ..... 180

##### **Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortillas de maíz**

Arámbula Villa Gerónimo, Barrón Ávila Laura, González Hernández J., Moreno Martínez Ernesto y Luna Bárcenas Gabriel ..... 187

##### **Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor kunitz**

Edna Mayumi Yuahasi Miura, Marco Aurélio R. Binotti, Daliane Souza de Camargo, Ivone Yurika Mizubuti, Elza Iouko Ida ..... 195

##### **Efeito de diferentes sais de ferro sobre as características sensoriais do "iogurte" de soja**

Daniela Cardoso Umbelino, Helena Maria André Bolini Cardello, Elizeu Antonio Rossi ..... 199

#### Tecnología de Alimentos

##### **Elaboración y caracterización de frejoles fritos tipo "snack" cultivar Pinto 114, Suave 85 y Tórtola Inia**

María Luz Hurtado P., Berta Escobar A, Ana María Estévez A. .... 204

#### LatinFood. Composición de Alimentos

##### **Estudo do conteúdo mineral de iogurtes naturais e com sabor de frutas, comercializados na cidade de São Paulo, Brasil**

Nilva Aparecida Rassinetti Pedro, Elisabeth de Oliveira, Sabrina Penazzi Filli e Darilena Monteiro Porfírio ..... 210

**NUEVOS LIBROS** ..... 216