

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 62

SEPTIEMBRE 2012

Nº3

---

### Contenido

Páginas

#### ARTICULOS GENERALES

##### **Reproducibility and validity of a food frequency questionnaire to estimate calcium intake in Puerto Ricans**

*Cristina Palacios, Adelaida Segarra, MaríaAngélica Trak, Ixian Colón* ..... 205

##### **Importance of iodine in pregnancy**

*Nicolás Carreto-Molina, Pablo García-Solís, Juan Carlos Solís-S, Ludivina Robles-Osorio, Hebert Luis Hernández-Montiel, Genaro Vega-Malagón.* ..... 213

#### PERSPECTIVA

##### **Índice cintura estatura como predictor de riesgo de hipertensión arterial en población adulta joven: ¿Es mejor indicador que la circunferencia de cintura?**

*Karen Valenzuela, Patricia Bustos*..... 220

##### **Factores asociados con la seguridad alimentaria en un Municipio rural del Norte del Cauca, Colombia**

*Sayda Milena Pico Fonseca, Helena Pachón* ..... 227

#### TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

##### **Nutrición Clínica**

##### **Patrón de consumo alimentario en una muestra de adultos con enfermedad coleditiasica (EC).**

*Agustina Bertola Compagnucci, Herman A Perroud, Roberto Villavicencio, Ifredo Brasca, Daniel Berli, Stella M Pezzotto.* ..... 234

<b>Estimation of glycaemic index of peach palm (<i>Bactris gasipaes</i>) cooked fruits and chips, and pitahaya (<i>Hylocereus spp.</i>) pulp</b> <i>Gin Jiménez, Georgina Gómez, Ana M. Pérez, Adriana Blanco-Metzler</i> .....	242
<b>Salud pública</b>	
<b>Envejecimiento y metabolismo: cambios y regulación.</b> <i>Genaro Gabriel Ortiz, Elva D. Árias-Merino, Irma E Velázquez-Brizuela, Fermín P Pacheco-Moisés, Luis J. Flores-Alvarado, Erandis D. Torres-Sánchez, Fernando Cortés-Enríquez, Erika D. González-Renovato, Irma G. Ortiz-Velázquez.</i> .....	249
<b>Nutrición y Obesidad</b>	
<b>Mejora en la sensibilidad a la insulina con un programa intensivo de cambio en el estilo de vida para control de obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención</b> <i>Díaz-Zavala RG, Esparza-Romero J, Moya-Camarena SY, Quihui L, Cisneros-Tapia R, Valencia ME</i> .....	258
<b>Obesity with no metabolic syndrome and adipose tissue expansion based solely on risk factors and inflammatory marker of coronary heart disease in premenopausal women</b> <i>Sabrina Alves Ramos, Adriano de Paula Sabino, Daniela Corrêa Ferreira, Jacqueline Isaura Alvarez-Leite</i> .....	267
<b>Educación en Nutrición</b>	
<b>Metodo Delphi para identificar materiales educativos sobre alimentación saludable para educadores, escolares y sus padres</b> <i>Fernando Vio, Lydia Lera, Alejandra Fuentes-García, Judith Salinas</i> .....	275
<b>Microbiología de Alimentos</b>	
<b>Calidad bacteriológica y detección de <i>Bacillus cereus</i> toxigénicos en arroz blanco cocido expendido en el área metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica</b> <i>Rodrigo Coto, Carolina Chaves, María del Mar Gamboa, Maria Laura Arias</i> .....	283
<b>Ciencia de Alimentos</b>	
<b>Study of EDTA intake of children for potential use of FeNaEDTA for breakfast cereal fortification</b> <i>María G. Galán, Carolina E. Cagnasso, Silvina R. Drago</i> .....	290
<b>Evaluación de los métodos de la normatividad mexicana para la determinación de nitritos en alimentos infantiles.</b> <i>Josefina C. Morales Guerrero, Rodrigo A. García Zepeda, Edgar Flores Ruvalcaba, Lorelei Martínez Michel.</i> .....	295
<b>Latinfoods. Composición de Alimentos</b>	
<b>Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela</b> <i>Jhoana Colina, Marisa Guerra, Doralys Guilarte, Carlos Alvarado</i> .....	303
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> .....	311

# Archivos Latinamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 62

SEPTEMBER 2012

Nº3

---

### Contents

	Pages
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
<b>Reproducibility and validity of a food frequency questionnaire to estimate calcium intake in Puerto Ricans</b> <i>Cristina Palacios, Adelaida Segarra, MaríaAngélica Trak, Ixian Colón</i> .....	205
<b>Importance of iodine in pregnancy</b> <i>Nicolás Carreto-Molina, Pablo García-Solís, Juan Carlos Solís-S, Ludivina Robles-Osorio, Hebert Luis Hernández-Montiel, Genaro Vega-Malagón.</i> .....	213
<b>PERSPECTIVE</b>	
<b>Waist: height ratio as a predictor of risk of hypertension in young adults: Is it better indicator that waist circumference?</b> <i>Karen Valenzuela, Patricia Bustos</i> .....	220
<b>Factors associated with food security in a rural Municipality in Northern Cauca, Colombia</b> <i>Sayda Milena Pico Fonseca, Helena Pachón</i> .....	227
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>Clinical Nutrition</b>	
<b>Food intake pattern in a sample of adults with gallbladder disease (GD).</b> <i>Agustina Bertola Compagnucci, Herman A Perroud, Roberto Villavicencio, Ifredo Brasca, Daniel Berli, Stella M Pezzotto.</i> .....	234

<b>Estimation of glycaemic index of peach palm (<i>Bactris gasipaes</i>) cooked fruits and chips, and pitahaya (<i>Hylocereus spp.</i>) pulp</b> <i>Gin Jiménez, Georgina Gómez, Ana M. Pérez, Adriana Blanco-Metzler</i> .....	242
<b>Public Health</b>	
<b>Aging and metabolism: changes and regulation</b> <i>Genaro Gabriel Ortiz, Elva D. Arias-Merino, Irma E Velázquez-Brizuela, Fermín P Pacheco-Moisés, Luis J. Flores-Alvarado, Erandis D. Torres-Sánchez, Fernando Cortés-Enríquez, Erika D. González-Renovato, Irma G. Ortiz-Velázquez.</i> .....	249
<b>Nutrition and Obesity</b>	
<b>Improvement of insulin sensitivity after an intensive lifestyle program for youth's weight management in the primary care.</b> <i>Díaz-Zavala RG, Esparza-Romero J, Moya-Camarena SY, Quihui L, Cisneros-Tapia R, Valencia ME</i> .....	258
<b>Obesity with no metabolic syndrome and adipose tissue expansion based solely on risk factors and inflammatory marker of coronary heart disease in premenopausal women</b> <i>Sabrina Alves Ramos, Adriano de Paula Sabino, Daniela Corrêa Ferreira, Jacqueline Isaura Alvarez-Leite</i> .....	267
<b>Nutrition Education</b>	
<b>Delphi method to identify education material on healthy food for teachers, school-age children and their parents.</b> <i>Fernando Vio, Lydia Lera, Alejandra Fuentes-García, Judith Salinas</i> .....	275
<b>Food Microbiology</b>	
<b>Bacteriological quality and toxigenic <i>Bacillus cereus</i> detection in cooked white rice sold at the Metropolitan Area of San José, Costa Rica.</b> <i>Rodrigo Coto, Carolina Chaves, María del Mar Gamboa, Maria Laura Arias</i> .....	283
<b>Food Science</b>	
<b>Study of EDTA intake of children for potential use of FeNaEDTA for breakfast cereal fortification</b> <i>María G. Galán, Carolina E. Cagnasso, Silvina R. Drago</i> .....	290
<b>Evaluation of the methods for the determination of nitrites in baby foods according Mexican legislation.</b> <i>Josefina C. Morales Guerrero, Rodrigo A. García Zepeda, Edgar Flores Ruvalcaba, Lorelei Martínez Michel.</i> .....	295
<b>Latinfoods. Food Composition</b>	
<b>Polyphenols content and antioxidant capacity in beverages made with panela</b> <i>Jhoana Colina, Marisa Guerra, Doralys Guilarte, Carlos Alvarado</i> .....	303
<b>INFORMATION FOR AUTHORS</b> .....	311

## Reproducibility and validity of a food frequency questionnaire to estimate calcium intake in Puerto Ricans

*Cristina Palacios, Adelaida Segarra, María Angélica Trak, Ixian Colón.*

Nutrition Program, Graduate School of Public Health, Medical Sciences Campus,  
University of Puerto Rico and Dental School, Medical Sciences Campus, University of Puerto Rico.

**SUMMARY.** The objective of the study was to assess the reproducibility and validity of a short semi-quantitative calcium specific FFQ in a convenience Puerto Rican sample. Reproducibility was tested by the difference between calcium intakes from the FFQ completed twice, with a one month difference; validity was assessed against 6-day diet records (DR) in a sample of students, employees and faculty of the Medical Sciences Campus of the University of Puerto Rico. The statistical analyses performed were Pearson correlations, paired t-test, Bland-Altman plots, cross-classification analysis, Willett's surrogate categories, specificity, sensitivity and predictive value. A total of 93 subjects were included in the study (mean age 28.8±10.1 years, BMI 25.7±6.1 kg/m<sup>2</sup>). Mean estimated calcium intakes were 846.4±356.9 mg/day for the first FFQ, 801.1±423.7 mg/day for the repeated FFQ and 845.4±377.5 mg/day for 6-day DR. No statistical difference was observed between the means by paired t-test ( $p>0.05$ ), with significant correlations between means ( $p<0.05$ ). The FFQ was found to have a specificity of 65.2%, a sensitivity of 73.5%, a positive predictive value of 86.2% and a negative predictive value of 45.5%. In conclusion, the short FFQ is a valid tool that could be used in the future to assess calcium intake in epidemiological surveys in this group.

**Key words:** Calcium, food frequency questionnaire, diet record, validation

**RESUMEN. Reproducibilidad y validez de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos para estimar la ingesta de calcio en puertorriqueños.** El objetivo del presente estudio fue medir la reproducibilidad y validez de un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (CFC) corto para estimar la ingesta de calcio en una muestra puertorriqueña de conveniencia. La reproducibilidad fue medida por la diferencia entre la ingesta de calcio del CFC completada dos veces, con un mes de diferencia; la validez fue medida usando un registro dietario de 6 días como referencia, en una muestra de estudiantes, empleados y profesores del Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico. Para el análisis estadístico, se utilizó la correlación Pearson, la prueba T pareada, los gráficos de Bland-Altman, el análisis de clasificación cruzada, las categorías sustitutas de Willett, y los valores de especificidad, sensibilidad y de predicción. Un total de 93 sujetos fueron incluidos en el estudio (edad promedio 28.8±10.1 años, IMC 25.7±6.1 kg/m<sup>2</sup>). La ingesta promedio estimada de calcio fue de 846.4±356.9 mg/día en el primer CFC, 801.1±423.7 mg/día en la repetición del CFC y 845.4±377.5 mg/día en el registro de 6 días. No hubo diferencias estadísticas entre los promedios con la prueba T pareada ( $p>0.05$ ) y se obtuvieron correlaciones significativas entre los promedios ( $p<0.05$ ). El CFC tuvo una especificidad de 65.2%, una sensibilidad de 73.5%, un valor de predicción positivo de 86.2% y un valor de predicción negativo de 45.5%. En conclusión, el CFC es una herramienta válida que puede ser usada en el futuro para estimar el consumo de calcio en estudios epidemiológicos en este grupo.

**Palabras clave:** Calcio, cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, registro dietario, validación

### INTRODUCTION

Dietary intake assessment is a critical component when determining the effect of nutritional factors on several health issues, specifically on chronic diseases. Such assessment requires tools for estimating long-term nutrient intakes, as chronic diseases evolve during many years. In particular, lack of calcium intake has been positively related to osteoporosis, as well as to

hypertension, cancer, obesity and kidney stones (1). In addition, it has been recently suggested that a low calcium intake (<660 mg/d) is a marker of poor overall diet quality in women (2). The ability to accurately assess current, as well as retrospective and longitudinal calcium intake at the population level, is essential for establishing the potential role of calcium in preventing and treating chronic diseases.

With respect to osteoporosis, lifelong adequate calcium intake has been proposed as crucial (3). Adequate calcium intake is referred to the levels of consumption necessary for

maximizing peak bone mass during childhood and adolescence, maintaining bone mass during the adult years, and preventing bone loss in later in life (4). Since calcium is the nutrient to be most likely deficient in the diet (5), an easy, rapid and valid method for estimating calcium intake is needed.

The Food Frequency Questionnaire (FFQ) consists of a list of foods and the frequency in which these foods are consumed in a specific time frame (6). It has emerged as a tool that precisely allows the assessment of long-term nutrient intake in large number of individuals. The FFQ is usually short, easy to complete and relatively inexpensive compared to other methods, such as 24-h dietary records, dietary history, weighed-food records and food diaries. These methods may also under-represent usual intake and are inappropriate for the assessment of past diet (7), which in the case of calcium is important because current calcium intake is not a good estimator of past intake (8). FFQs have also been largely used in population studies because they are more accurate for estimating a limited number of nutrients rather than the total diet (9) and it can be developed to specifically focus on one nutrient. However, before using this tool, a FFQ must be created and validated for the population under investigation, usually against dietary records or weighed records as the independent standard (7).

There are several validated FFQ to estimate calcium intake in different populations, such as in different groups within the United States (US) (10-13) and in other countries (14-17). However, these FFQ may not be valid to estimate calcium intake in other populations, such as in Puerto Ricans. Because this method depends on a predetermined list of food items, it may be appropriately used only with the population for which it was developed or subsequently validated. At present, there is no validated calcium specific FFQ designed for the Puerto Rican population. Tucker and colleagues (18) have shown several differences in the dietary patterns of Puerto Rican adults compared to the general US population, which precludes the use of the validated calcium specific FFQs developed in the US for this group. Therefore, the present study assessed the validity and reproducibility of a short semi-quantitative calcium specific FFQ in a convenience Puerto Rican sample.

## MATERIALS AND METHODS

### Subjects

Participants included a convenience sample of students, employees and faculty of the Medical Sciences Campus of the University of Puerto Rico. Potential participants replied to study announcements posted on campus and sent by email. Inclusion criteria were 21 years of age or older and being a student, employee or faculty at this academic institution. Exclusion criteria, assessed with a screening form, were: declining to provide consent, inability to make the visits or complete a food record; major diet changes or major changes in weight over the past months, mental health conditions and health conditions that affect food selection. We aimed for a convenience sample (non-randomly selected) size of 100 individuals. The sample size was selected based on similar studies (17, 19). The power calculation resulted in 90% power to detect statistical significance between the FFQ and the dietary records with this sample size, which then was increased by 10% to allow for drop-outs.

The study was approved by University of Puerto Rico-Medical Sciences Campus use of Human Subjects Research Committee; all subjects signed a consent form before enrolling.

### Design

Participation in this study consisted of three visits; during the first visit participants read and signed the consent form, completed a socio-demographic questionnaire, underwent anthropometric measurements and completed the FFQ. The second visit was performed 30 days later; in this visit participants repeated the FFQ and received detail instructions on how to complete the 6-day diet records (DR) at home. The last visit was a week later, in which participants handed in their completed diet records. Diet records were carefully reviewed for completeness and precision of the information. Half of the participants finalized the study during the January-May academic semester and the other half during the August-December academic semester. All subjects completed a socio-demographic questionnaire at the first visit, which included: age (in years), gender and level of education (years of education).

### Anthropometric measurements

Height of participants was obtained using a portable stadiometer (Chorder HM200P Portstandstadiometer, Taiwan) and recorded in centimeters (cm). Weight (kg)

and percent body fat were obtained using a bio-electrical impedance scale (BF-350 TANITA Body Composition Analyzer, Illinois, US), while wearing light clothes and no shoes. Participants were asked to avoid the following: alcohol use 48 hours before the test, intense exercise 12 hours before the test, eating or drinking (especially caffeinated products) 2 hours before the test and, when possible, to avoid the use of diuretics for 7 days before the test. Participants were also asked to empty their bladder 30 minutes before the test. BMI was calculated as weight in kilograms divided by the square of height in metres ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), and the following categories were used: underweight ( $<18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), normal weight ( $18.5\text{--}24.9 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), overweight ( $25.0\text{--}29.9 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), and obese ( $\geq 30.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) (20). Subjects were classified by % body fat as high risk ( $>39\%$  if 20-39 y,  $>40\%$  if 40-59 y and  $>42\%$  if 60-79 in women; and  $>25\%$  if 20-39 y,  $>27\%$  if 40-59 y and  $>30\%$  if 60-79 y in men) or low risk (if below these percentages) (21).

Semi-quantitative FFQ for estimating calcium intake

We developed a semi-quantitative FFQ for estimating calcium intake on the basis of past research (22). Foods were selected based on examination of 3 24-h dietary records completed by Puerto Rican subjects from a previous study; from these, we identified the most commonly consumed foods that are important sources of calcium (22). We also included other typical Puerto Rican foods rich in calcium. The FFQ was composed of 22 items and was divided into 3 sections. The first section asked the frequency of milk, hard cheese, soft cheese, yogurt, calcium-rich vegetables, fortified juice, grains and ready to eat breakfast cereals. In addition, each category provided an open-ended question regarding the type or brand of such products consumed. The second part provided a list of 16 food preparations rich in calcium commonly consumed by Puerto Ricans, such as pizza, pasta dishes with cheese, oatmeal, cheeseburger, Mexican dishes with cheese and dairy based desserts. The third part asked the frequency of the use of vitamin and mineral supplements, herbs, tea and other supplemental foods, providing open-ended questions regarding the brand and amount of the supplements consumed. Each food item included a fixed commonly used portion size in Puerto Ricans (22). The frequency of each item was assessed for the past month, and included 8 frequency responses: daily (1 to 3 or more times), weekly (2 to 6 times), monthly (1- 3

times) or never, based on the indicated standard portion. The FFQ was interview-administered with the help of 3-D Life-Form Food Models replicas (Nasco, CA) for estimating portion sizes of the items included in the FFQ. The calcium content for each item was derived using the USDA National Nutrient Database for Standard Reference (23). If there were several versions of the same item, an average for the calcium content was calculated.

We assessed the validity of the instrument in a pilot sample of 18 obese Puerto Rican adults that participated in a clinical study at the Medical Sciences Campus of the University of Puerto Rico (results not published). Preliminary results showed that average calcium intake for the food records was  $545 \pm 179 \text{ mg}/\text{d}$  and from the FFQ was  $458 \pm 233 \text{ mg}/\text{d}$ , with a Pearson correlation of 0.52 ( $p=0.029$ ). Based on those results, the FFQ was further improved.

#### Diet records

A 6-day diet records was chosen based on the average days needed to assess calcium intake in adults (24) and therefore included weekday and weekend days. The diet records were divided in breakfast, morning snack, lunch, afternoon snack, dinner, night snack, with the times of consumption for each meal. In addition, the following columns were included: place of consumption, foods and beverages, quantity and preparation. Participants received detailed instructions on how to report the amounts of food and beverages consumed during the day. We also instructed the participants to record brands, quantity, cooking methods, ingredients used, any seasoning, gravy, dressing, sauces, butter and sugar added in the preparation of the foods consumed, with their respective amounts consumed. Lastly, we instructed participants on how to record foods eaten at restaurants. Participants received written instructions, a sample of a completed diet record, a ruler and the 6-day diet record forms to take home. The participants also received a portion size booklet with black and white drawings of actual serving portions, including images of spoons, bowls and cups and serving sizes of commonly eaten foods. These models aided participants to avoid over or underestimation of the portion sizes.

#### Statistical Methods

The normality of the data was assessed by the Shapiro-Wilk test (25). Calcium intake was not normally distributed; therefore, square root transformations were performed. Descriptive statistics included means, stan-

dard deviations and percentages. Calcium intake from both methods was compared between students, faculty and employees by Analysis of Variance. Reproducibility was assessed comparing mean dietary calcium intake using the paired t-test and by Pearson correlation between the first and second administration of the FFQ. These tests were done overall and by semester (January-May and August-December). Several analyses were performed for validating the FFQ. Comparison of the daily mean calcium intake from the FFQ and from the 6-day diet records were done by means of Pearson's correlation, paired t-test, Bland and Altman test, cross-classification and analysis of surrogate categories. The Bland and Altman test was used to assess agreement between the two methods (26). Cross-classification analysis assessed the percent of agreement and the ability of the FFQ to reliably and accurately classify subjects into similar quartiles of calcium intake based on the results from the FFQ and the 6-day diet records. To evaluate the discriminative power of the FFQ, actual values for surrogate categories were calculated as proposed by Willett (7). The values of specificity, sensitivity, positive and negative predictive values were calculated using the current Dietary Reference Intake (DRI) for this age group as the cut-off point (1000 mg/d of calcium) (27). Sample size calculations were performed by Epi Info (version 7.0.5, 2009, Centers for Disease Control Prevention, Druid Hills, GA). The statistical analyses were done using the Statistical Package for the Social Sciences (version 17.0, 2008, International Business Machines, NY).

## RESULTS

Subjects' characteristics are presented in Table 1. A total of 108 subjects were initially recruited to participate in the study; 15 participants did not complete the 6-day diet records or the FFQ and were excluded from the analyses. Therefore, 93 participants completed all aspects of the study. Most subjects were females (69%), young adults and all participants had a bachelor degree. Mean BMI corresponded to the overweight classification (25-29.9 kg/m<sup>2</sup>) and mean body fat percentage corresponded to the high risk for being overweight classification in both females (26.6%) and males (20.7%). Most were students (84%) and only a small proportion was faculty (3%) or employees (13%). No significant differences were observed in cal-

cium intake from any of the methods between students, faculty and employees.

TABLE 1  
Characteristics of the studied sample  
in Puerto Rico (N=93)

Variable	Mean±SD / %
Age (y)	28.8±10.1
Females (%)	69%
Education (y)	15.8±0.9
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.7±6.1
Body Fat (%)	28.3±10.4

Results for the reproducibility analyses are shown in Figure 1. There was no statistical difference between overall mean calcium intake calculated from the FFQs (first FFQ 846.4±356.9 mg/day and repeated FFQ 801.1±423.7 mg/day; p=0.17). The overall Pearson correlation coefficient was moderately high (0.70, p<0.001). When analyzed by semester, the FFQ also showed good reproducibility during the January-May semester (first FFQ 843.0±449.0 mg/day and repeated FFQ 834.0±466.0 mg/day; t-test p-value=0.82; r=0.84, p<0.001) and August-December semester (first FFQ 848.5±356.9 mg/day and repeated FFQ 775.1±389.9 mg/day; t-test p-value=0.16; r=0.54, p<0.001).

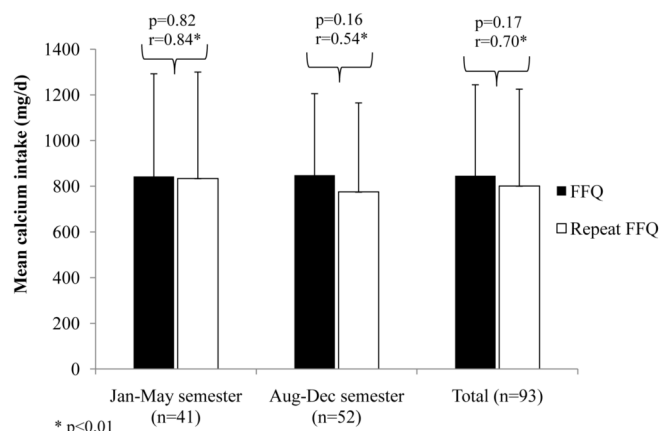


FIGURE 1

Estimated calcium intake of the sample according to both FFQ and repeated FFQ (mean and SD).

To validate the FFQ, mean calcium intake from the first FFQ was compared to the mean calcium intake from the 6-day DR (Figure 2). There was no statistical difference in the mean calcium intake between the first FFQ and the 6-day DR (845.4±377.5 mg/day; p=0.98).

Similar results were found in the January-May semester between the first FFQ and the 6-day DR (943.1±445.9 mg/day; p=0.2) and August-December semester between the first FFQ and the 6-day DR (768.4±294.6 mg/day; p=0.08).

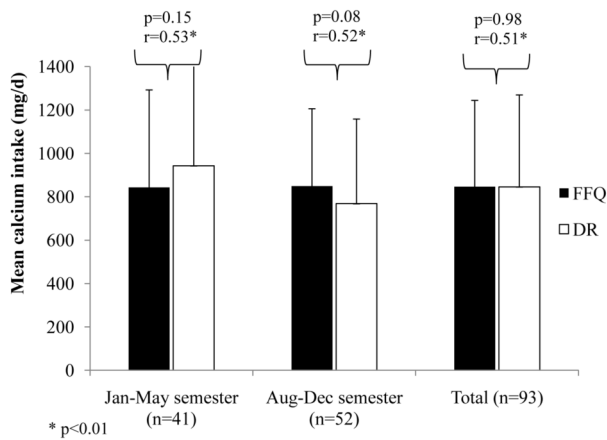


FIGURE 2

Estimated calcium intake of the sample according to FFQ and 6-day DR (mean and SD).

To analyze how well both methods agreed, the correlation coefficient between mean calcium intakes from both methods were calculated (Figure 3). There was a significant correlation between mean calcium intake from both methods overall (r=0.51, p<0.001), in the January-Maysemester (r=0.53, p≤0.01) and in the August-Decembersemester (r=0.52, p≤0.01). Overall, the mean difference between calcium intake from the FFQ and the diet records was 0.9 mg/d. Therefore, the two methods agree. However, when considering if the methods agree for an individual, the differences between the 6-day DR and the FFQ were plotted against the average of the two methods (Bland-Altman plot; Figure 4). The FFQ could provide estimates of calcium intake in a range of -754 to 756 mg/day, which is unacceptable to estimate an individual's calcium intake because the range is too broad.

Comparisons of quartiles of daily calcium intake by each method were used to assess the degree of misclassification (Table 2). Most participants (84%) were correctly classified into the same or adjacent quartile by both calcium assessment methods, while 16% were grossly misclassified (lowest quartile for one method and highest quartile

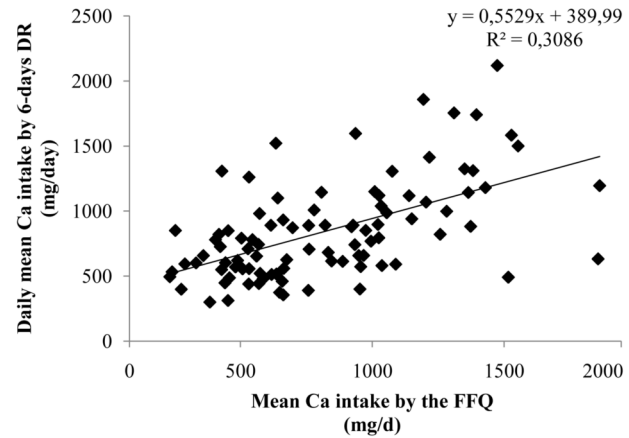


FIGURE 3

Scatter plot of mean calcium intake from the 6-day DR vs mean calcium intake from the FFQ overall.

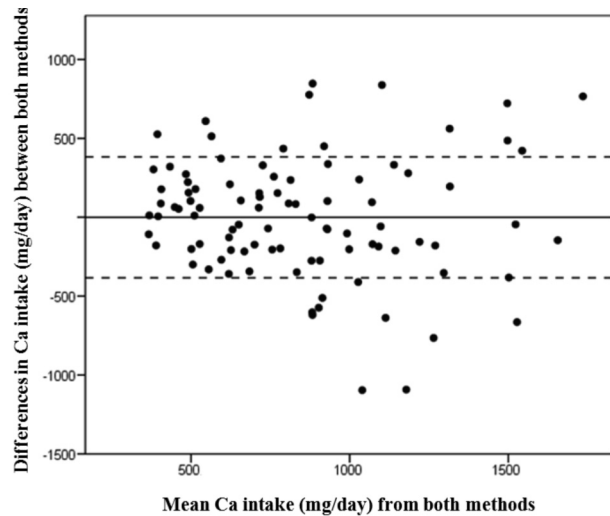


FIGURE 4

Bland-Altman plot for the differences against meanCa intakes for the 6-day DR and the FFQ. NOTE: The cut-off points were set at 2 standard deviations (SD) (±383.29 mg/day, cut lines) of the mean (-0.93 mg/day, solid line).

TABLE 2  
Cross-classification of the sample into quartiles by the mean daily calcium intake assessed by the first FFQ and the 6-day DR<sup>a</sup>

Quartiles of calcium intake	6-days DR <sup>c</sup>				Total
	1	2	3	4	
FFQ <sup>b</sup>	1	12	7	2	23
	2	8	5	8	24
	3	2	7	7	23
	4	1	5	6	23
Total	23	24	23	23	93

<sup>a</sup>Data is shown in number of subject classified into the respective quartiles; <sup>b</sup>FFQ quartiles were: Q1: <511.66 mg/d; Q2: 511.67-776.18 mg/d; Q3: 776.19-1163.50 mg/d and Q4: >1,163.50 mg/d; <sup>c</sup>DR quartiles were Q1: <564.54 mg/d; Q2: 564.55- 779.92 mg/d; Q3: 779.93- 1,053.20 and Q4: >1,053.21 mg/d.

for the other). Actual values of surrogate categories of FFQ quartiles are shown in Table 3. The result show an increase in mean calcium intake with increases in quartiles, with significant differences among quartiles ( $p < 0.001$ ). However, post hoc analysis showed that mean calcium intakes between the first (calcium intake  $< 460$  mg/d) and second (calcium intake 460-654 mg/d) quartiles were not significantly different among them. Also, no differences were observed between second (calcium intake 460-654 mg/d), third (calcium intake 655-892 mg/d) and fourth quartiles (calcium intake 893-1383 mg/d). This suggests that the FFQ has a good discriminative power at the lowest and highest quartiles, in other words, between the lowest and highest calcium intakes, but not between the calcium intakes within the middle quartiles.

TABLE 3  
Actual values for surrogate categories (FFQ)

FFQ <sup>a</sup> Quartiles	n	True calcium intake by 6-day DR		
		Mean	SD	
1	23	459.96	77.83	A
2	24	654.40	63.94	A,B
3	23	892.73	72.33	B
4	23	1382.81	282.07	B

<sup>a</sup>True 'mean' values based on the 6-day DR were assigned to the categories defined by the surrogate method and compared by ANOVA  $p < 0.0001$  Bonferroni post-hoc tests,  $p < 0.05$ . Quartiles not sharing the same letter are statistically significantly different from each other.

The FFQ correctly classified participants with a calcium intake less than the cut-off point (1,000 mg/day) with a specificity of 65.2%, a sensitivity of 73.5%, a positive predictive value of 86.2% and a negative predictive value of 45.4%.

## DISCUSSION

Several calcium-specific FFQs have been developed and validated to be used in children and in adults in the US (10-13). However, due to differences in Puerto Rican's dietary patterns compared to the general US population, we designed a questionnaire culturally sensitive with respect to food intake patterns of this population. Some of these differences include the consumption of larger portions of certain fruits and fruit juices, rice, beans, beef, pork, chicken, bread, and sweet baked goods but smaller portions of some vegetables, coffee, and milk in Puerto Ricans (18).

Comparisons among studies can be difficult due to differences in sample size, age, sex, racial composition, educational background, design of the FFQ (for example the number of food items, the amount of open and closed questions and the length of reference period of the recall) and the method used as the gold standard (12). Nonetheless, results of our study can be comparable with a few studies.

Our study showed that there was no statistically significant difference in the overall daily mean calcium intake obtained from the 6-day diet records and the FFQ ( $p > 0.05$ ). An overall modest correlation coefficient was obtained between methods ( $r = 0.51$ ;  $p < 0.001$ ). Therefore, both methods apparently agreed since correlation coefficients obtained in our study are similar to the typical ranges in the coefficients (0.5 to 0.7) found in other validation studies (7). This range is usually affected by the sample size and certain design features and instructions associated with the instrument (6). Our study showed that there was no statistically significant difference in the overall daily mean calcium intake obtained from the 6-day diet records and the FFQ ( $p > 0.05$ ) or when analyzed by semester ( $p > 0.05$ ). Another study also found little variation in calcium intake due to season (10).

Although no difference was observed in our study between the two methods (0.9 mg/day), the Bland-Altman plot showed that the FFQ could provide estimates of intake in a range of 1,510 mg/day, which is not considered acceptable for quantitative assessment of individuals' actual nutrient intake (16). This is not of our concern since FFQs are not an appropriate method to assess individuals' actual calcium intake (28), nor this was the purpose of this FFQ. Although the FFQ developed is not valid for assessing an individual's calcium intake, it is useful in ranking individuals into categories of intake correctly in the clinical setting. This was evidenced by the good agreement between methods in the cross-classification analysis according to quartiles of intake, with only a low proportion of subjects grossly misclassified (16%). This is comparable to the results in another study (15), in which their calcium-specific FFQ correctly classified 82.1% of the participants into the same or adjacent quartiles.

The FFQ could identify subjects with actual daily calcium intakes less than 1000 mg/d with a 73.5% sensitivity, which means that 73.5% who really had low calcium intake were correctly classified by the FFQ.

With respect to specificity, 65.2% who really had high calcium intake were correctly classified by the FFQ. The predictive value of our FFQ was high, since 86.2% of the subjects were identified as having an intake below 1000 mg/d from the FFQ whom also had actual intakes below this level. These results are similar to others studies (29, 30). However, when using the surrogate categories, the FFQ had good discriminative power in identifying subjects at high intakes but it cannot differentiate between the first 2 quartiles and the middle quartiles, which is comparable to other studies (16,17), but less efficient compared to other FFQs for the estimation of calcium intake (29).

Finally, the FFQ developed in this study had good reproducibility when tested 1 month apart. The correlation coefficient showed good overall agreement (0.70,  $p < 0.001$ ). Our results are in accordance to other reproducibility studies, in which coefficient correlations ranged from 0.75 to 0.93 when validating calcium specific FFQs (14,15).

There are some limitations to be considered in the present study. We used a convenience sample of healthy adults in the present study, which was not randomly selected. Most were women and there could be a biased towards a higher educated group, which may not be representative of the Puerto Rican population. The dietary record is considered the gold standard for dietary assessment, but it may have presented a burden to the participants, since it included 6 days of intake. These records required many details and discipline to accurately complete them. Although participants were given booklets with portion sizes of different foods and were taught how to record these, some misreporting of portions may have occurred. Recall bias was another source of error when completing the FFQ but this error was minimized by reviewing the FFQ after completion with the participant. Some participants had trouble estimating the amount of food or the frequency of intake of some items based on the portion size that was presented to them. Two trained interviewers were available to help the participants. This method guaranteed wholeness of the data collected since the investigators were available to answer any question the participants could have in regards to portion sizes, such as the nature of foods or the type of food. This study has also several strengths. The FFQ was validated against a 6-day dietary record, rather than a one time 24-hours diet recall. As mentioned before, several days of diet

records are more accurate in providing information on usual intake in comparison with the 24-hours diet recall. Therefore, better calcium estimates were calculated for validation purposes. We collected the data during two different time points, which allowed for seasonal dietary changes to occur and to be recorded in the study. Our results showed good reproducibility and validity during both time points.

In conclusion, this short calcium-specific semi-quantitative FFQ is a valid and reproducible method that offers dietary calcium estimates for the studied sample. It could be used in the assessment of calcium intake in other similar groups.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported in part by grants from the National Center for Research Resources (2G12-RR003051) and the National Institute on Minority Health and Health Disparities (8G12-MD007600) from the National Institutes of Health.

### REFERENCES

1. Heaney RP. Calcium intake and disease prevention. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2006; 50:685-93.
2. Rafferty KA, Barger Heaney J, Lappe JM. Dietary calcium intake is a marker for total diet quality in adolescent girls and women across the life cycle. *Nutrition Today*. 2011; 46:244-51.
3. Heaney RP. The importance of calcium intake for life-long skeletal health. *Calcif Tissue Int*. 2002; 70:70-3.
4. NIH Consensus Statement. Optimal Calcium Intake. 1994; 12(4):1-31.
5. Weaver CM. The growing years and prevention of osteoporosis in later life. *Proc Nutr Soc*. 2000; 59:303-6.
6. Gibson RS. *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press, Second Edition. United States, 2005.
7. Willett WC. *Nutritional Epidemiology*. Oxford University Press, USA, 2. New York, 1998.
8. Heaney RP, Davies KM, Recker RR, Packard PT. Long-term consistency of nutrient intakes in humans. *J Nutr*. 1990; 120:869-75.
9. Haraldsdottir J & Van Staberen WA. Methods for data collection at an individual level; Food frequency. In: Cameron, M.E.; Van Staberen, W.A. *Manual on Methodology for Food Consumption Studies* (Oxford Medical Publications). 1988; 284.
10. Musgrave KO, Giambalvo L, Leclerc HL, Cook RA,

- Rosen CJ. Validation of a quantitative food frequency questionnaire for rapid assessment of dietary calcium intake. *J Am Diet Assoc.* 1989; 89:1484-8.
11. Sebring NG, Denkinger BI, Menzie CM, Yanoff LB, Parikh SJ, Yanovski JA. Validation of three food frequency questionnaires to assess dietary calcium intake in adults. *J Am Diet Assoc.* 2007; 107:752-9.
  12. Osowski JM, Beare T, Specker B. Validation of a food frequency questionnaire for assessment of calcium and bone-related nutrient intake in rural populations. *J Am Diet Assoc.* 2007; 107:1349-55.
  13. Cummings SR, Block G, McHenry K, Baron RB. Evaluation of two food frequency methods of measuring dietary calcium intake. *Am J Epidemiol.* 1987; 126:796-802.
  14. Xu L, Porteous JE, Phillips MR, Zheng S. Development and validation of a calcium intake questionnaire for postmenopausal women in China. *Ann Epidemiol.* 2000; 10:169-75.
  15. Khan NC, Mai le B, Hien VT, Lam NT, Hoa VQ, Phuong TM et al. Development and validation of food frequency questionnaire to assess calcium intake in postmenopausal Vietnamese women. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2008; 54:124-9.
  16. Magkos F, Manios Y, Babaroutsi E, Sidossis LS. Development and validation of a food frequency questionnaire for assessing dietary calcium intake in the general population. *Osteoporos Int.* 2006; 17:304-12.
  17. Wilson P & Horwath C. Validation of a short food frequency questionnaire for assessment of dietary calcium intake in women. *Eur J Clin Nutr.* 1996; 50:220-8.
  18. Tucker KL, Bianchi LA, Maras J, Bermudez OI. Adaptation of a food frequency questionnaire to assess diets of Puerto Rican and non-Hispanic adults. *Am J Epidemiol.* 1998; 148:507-18.
  19. Sebring NG, Denkinger BI, Menzie CM, Yanoff LB, Parikh SJ, Yanovski JA. Validation of three food frequency questionnaires to assess dietary calcium intake in adults. *J Am Diet Assoc.* 2007; 107:752-9.
  20. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. 2000; Technical Report Series, No 894.
  21. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. 2000.
  22. Palacios C, Bertran JJ, Rios RE, Soltero S. No effects of low and high consumption of dairy products and calcium supplements on body composition and serum lipids in Puerto Rican obese adults. *Nutrition.* 2010; in press.
  23. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. 2011; Release 24.
  24. Nelson M, Black AE, Morris JA, Cole TJ. Between- and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision. *Am J Clin Nutr.* 1989; 50:155-67.
  25. Henderson AR. Testing experimental data for univariate normality. *Clin Chim Acta.* 2006; 366:112-29.
  26. Bland JM & Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1:307-10.
  27. Institute of Medicine (IOM). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. The National Academy Press, Washington, DC, 2010.
  28. Taylor RW & Goulding A. Validation of a short food frequency questionnaire to assess calcium intake in children aged 3 to 6 years. *Eur J Clin Nutr.* 1998; 52:464-5.
  29. Green JH, Booth CL, Bunning RL. Assessment of a rapid method for assessing adequacy of calcium intake. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2002; 11:147-50.
  30. Clover E, Miller M, Bannerman E, Magarey A. Relative validation of a short food frequency questionnaire to assess calcium intake in older adults. *Aust N Z J Public Health.* 2007; 31:450-8.

Recibido: 29-08-2012

Aceptado: 11-10-2012

## Importance of iodine in pregnancy

*Nicolás Carreto-Molina, Pablo García-Solís, Juan Carlos Solís-S, Ludivina Robles-Osorio, Hebert Luis Hernández-Montiel, Genaro Vega-Malagón.*

Departamento de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina de la  
Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro. México.

**SUMMARY.** Iodine is an essential constituent of thyroid hormones (TH). TH actively take part in critical periods of brain development during embryonic, fetal and postnatal stages. Therefore the absence of TH or iodine in these critical periods produces an irreversible brain damage. In fact, it is known that iodine deficiency is the leading cause of preventable brain damage worldwide. Because of the physiological adjustments during pregnancy iodine requirements increase significantly from 150 µg per day in non-pregnant adult women to 250 µg per day. Moreover, recent epidemiological studies around the world show that iodine intake during pregnancy is insufficient in many countries, even in developed countries like Australia, Spain and Italy. In the present work an overview of the importance of iodine nutrition during pregnancy is given.

**Key words:** Pregnancy, thyroid hormones, nutrition, iodine.

**RESUMEN. Importancia del yodo en la gestación.** El yodo es un nutrimento constituyente indispensable de las hormonas tiroideas (HT). Las HT participan activamente en periodos críticos del desarrollo cerebral durante las etapas embrionaria, fetal y posnatal. Por lo tanto la ausencia o deficiencia de las HT o de yodo en estas etapas del desarrollo produce un daño cerebral irreversible. De hecho, se sabe que la deficiencia de yodo es la principal causa de daño cerebral prevenible en el mundo. Debido a los ajustes fisiológicos propios de la gestación los requerimientos de yodo se incrementan notablemente, pasando de 150 µg al día en la mujer adulta no gestante a 250 µg al día durante el embarazo. Por otra parte, estudios epidemiológicos recientes hechos en todo el mundo muestran que el consumo de yodo durante la gestación es insuficiente en varios países; incluso en países desarrollados como Australia y España e Italia. En la presente revisión se da un panorama general de la importancia del consumo adecuado de yodo durante la gestación.

**Palabras clave:** Gestación, hormonas tiroideas, nutrición, yodo.

### INTRODUCTION

The role of iodine during pregnancy is of great interest because this halogen participates in the development of the central nervous system during embryonic, fetal and postnatal stages (1-3). Iodine is an essential constituent of thyroid hormones (TH), thyroxine and triiodothyronine, thus its deficiency gives rise to a group of diseases generically called iodine deficiency disorders or IDD (4). Table 1 shows a list of IDD, which notably include conditions involving neurodevelopment, brain function and reproduction. Currently, it is considered that iodine deficiency is the leading cause of preventable brain damage in the world (4, 5). In this regard, it is estimated that more than 2 billion people have inadequate iodine consumption (5). For the eradication of iodine deficiency two fundamental strategies have been established, universal salt iodization and continuous epidemiological surveillance (6).

Universal salt iodization implies that all salt used for human consumption (table salt and food industry) and livestock must be iodized (6). Epidemiological surveillance mainly consists of periodically assessing the concentration of iodine in table salt, in addition to the determination of the consumption of iodine, which is measured by the urinary iodine concentration (UIC). UIC surveillance must be performed in children between 6 and 12 years of age, and this monitoring is recommended every five years (6).

### Physiology of iodine and thyroid hormones in pregnancy

Pregnant women are vulnerable to iodine deficiency because this physiological condition significantly changes thyroid economy in relation to non-pregnant women (7). Among the most significant changes in thyroidal physiology during pregnancy are the following (7, 8): 1) an increased renal clearance of

circulating iodine due to an increase in glomerular filtration rate; 2) an increase in serum thyroxine-binding globulin (TGB) generated by the increase in circulating estrogens, which in turn decreases free thyroxine and consequently increases the levels of thyroid stimulating hormone (TSH), directly stimulating TH synthesis by the thyroid gland; 3) an increase in TH synthesis by chorionic gonadotropin (hCG), due to its binding and activation of the TSH receptor by its similarity to this hormone. These three phenomena result in an increase of up to 50% of circulating TH in pregnancy compared to nonpregnant women. All these changes in thyroid physiology during pregnancy have resulted in an increase in iodine requirements. Table 2 shows the recommended daily iodine intake by age group. During the first trimester of pregnancy the fetus depends on maternal thyroxine provided transplacentally; and at the last stage of pregnancy the fetus can synthesize its own TH, however still depends on the iodine transferred by the mother. Studies in laboratory animals clearly show that severe iodine deficiency during pregnancy causes maternal hypothyroxinemia that directly affects brain development in the offspring (2). In humans it is established that the first trimester of pregnancy is the point of greatest vulnerability to iodine deficiency (8).

### Thyroid hormones and neurodevelopment

TH have an important role in neurodevelopment (2, 3). They take part in neurogenesis, neuronal migration, myelination and cortical maturation. Such effects of TH in the brain occur at critical periods of development, therefore its deficiency during embryonic, fetal and postnatally at the first few months of life cause irreversible alterations on psychomotor development whose ultimate expression is endemic cretinism (mental retardation and psychomotor irreversible damage) (2-4).

### Assessment of iodine nutritional status

Currently it is agreed that the best indicator for assessing iodine nutritional status is through the median UIC obtained from casual urine samples of a representative sample population (6). Tables 3 and 4 show the epidemiological criteria for categorizing iodine nutritional status by using the median UIC in schoolchildren and pregnant women, respectively. Median UIC in schoolchildren between 6 and 12 years of age is the mainly indicator of iodine nutrition in a general popu-

TABLE 1  
Iodine deficiency disorders (IDD)

Group	Sign
All Ages	Goiter, increased thyroid susceptibility to nuclear radiation.
Fetus	Abortions, stillbirths, congenital abnormalities, perinatal mortality.
Neonate	Infant mortality, endemic cretinism (mental retardation and psychomotor irreversible damage).
Childhood and adolescence	Damage in mental function, delayed physical development.
Adult	Damage in mental function, reduced productivity at work, toxic nodular goiter, hypothyroidism in moderate and severe deficiency of iodine, increased risk of iodine-induced hyperthyroidism.

Modified from references 4 and 6.

TABLE 2  
Iodine recommended daily intake by age group\*

Group	Iodine ( $\mu\text{g}$ )
Preschool children (0 to 5 years)	90
Schoolchildren (6 to 12 years)	120
Adolescents and adults (> 12 years)	150
Pregnant and lactating women	250

\* WHO, UNICEF, ICCIDD (6).

TABLE 3  
Epidemiological criteria for categorizing the iodine nutritional status based on median UIC in schoolchildren \*

UIC ( $\mu\text{g/L}$ )	Iodine consumption	Iodine nutritional status
<20	Insufficient	Severe deficiency
20-49	Insufficient	Moderate deficiency
50-99	Insufficient	Mild deficiency
100-199	Adequate	Adequate nutrition
200-299	Above requirements	Slight risk of adverse health consequences
> 300	Excessive	Risk of adverse health consequences (iodine induced hyperthyroidism and autoimmune thyroid disease)

\* WHO, UNICEF, ICCIDD (6).

TABLE 4  
Epidemiological criteria for categorizing the iodine nutritional status based on the median UIC in pregnant women\*

UIC (µg / L)	Iodine consumption
<150	Insufficient
150-249	Appropriate
250-499	Above requirements
500	Excessive

\* WHO, UNICEF, ICCIDD (6).

lation because it usually reflects the iodine intake adequately (5, 6).

**Iodine intake in the world during pregnancy**

Several countries in recent years have analyzed the iodine nutritional status during pregnancy (see Table 5) (9-25). On one hand, it has been shown that countries without a program of universal salt iodization have less than optimal iodine nutrition during pregnancy (for example Bosnia and Herzegovina, India and Thailand) (9-11). On the other hand, countries like

TABLE 5  
Iodine nutrition of pregnant women tested with the median UIC in several countries \*\*

Country (City/Location)	Date*	n	Trimester	UIC (µg/L)	Iodine consumption	Reference
Argentina (Buenos Aires)	2005	32	3	137	IN	17
Australia (Tasmania)	2008	171	2	74	IN	13
		134	3	69	IN	
Bosnia and Herzegovina (Tuzla)	2009	100	1	151	AD	9
		100	3	126	IN	
Brazil (Porto Alegre)	2008	147	3	224	AD	18
Côte d'Ivoire (Abidjan)	1999	72	2 and 3	351	AR	21
Côte d'Ivoire (Northern Villages)	1999	66	2 and 3	136	IN	21
Spain (Valencia Community)	2009	232	1	100	IN	22
United States (National) +	1998	348	NS	141	IN	16
United States (National) ++	2005	126	NS	173	AD	16
United States (National) +++	2008	90	NS	181	AD	16
Mexico (Queretaro)	2011	60	1	273	AR	19
		131	3	231	AD	
India (Rajasthan)	2008	360	NS	127	IN	10
Iran (Tehran)	2007	298	1	193	AD	14
		298	3	141	IN	
Ireland (Dublin)	2006	36	1	45	IN	23
Italy (Rome)	2008	100	1	74	IN	24
Papua New Guinea (NCD)	2006	64	2	221	AD	25
		134	3	178	AD	
Switzerland (National)	2001	511	2 and 3	138	IN	15
Switzerland (National)	2005	279	2 and 3	249	AD	15
Thailand (Bangkok)	2009	74	1	102	IN	11
		152	3	106	IN	
Venezuela (Trujillo)	2011	100	1	251	AR	20
		100	3	212	AD	

\* Date: Year of publication; \*\* Gestational age: 15-19 weeks; + National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) III 1988-1994; ++ NHANES 2001-2002 +++ NHANES 2003-2004. United States: United States of America; AD: adequate, AR: above requirements; IN: inadequate; NS: Not specified. NCD: National Capital District.

Australia and Iran, with programs of universal salt iodization, show that this type of program may not be sufficient to reach the optimal iodine intake (12-14).

A study in Tasmania showed that the addition of iodine to salt and bread effectively corrected the deficiency of this halogen in the general population; however this strategy was not effective in correcting the insufficient iodine intake during pregnancy (12). In contrast, countries like Switzerland and the United States of America without programs of universal salt iodization reach an adequate iodine consumption (15, 16). These developed countries, however, have permanent monitoring systems that allow the implementation of corrective actions on its population in case of deficiency. In the United States of America there has been detected a significant reduction in UIC in the last 40 years (Table 5) (16). It is noteworthy that the current UIC values are close to the minimum value of iodine sufficiency (see Tables 4 and 5). In fact, the American Thyroid Association recommends to people of the United States of America and Canada that pregnant women should receive 150 µg of iodine in vitamin supplements (1). In Latin America, countries like Argentina, Brazil, Mexico and Venezuela have recent data about iodine nutrition during pregnancy in some regions (17-20). In Argentina (Buenos Aires) the median of UIC was < 150 µg/L whereas in Brazil (Porto Alegre), Mexico (Queretaro) and Venezuela (Trujillo) there was a median UIC >150 µg/L. In all these Latin American countries the universal salt iodization is mandatory (26).

In addition, there is a considerable decline in UIC at the end of pregnancy; several countries like Bosnia and Herzegovina, Iran and Thailand have exhibited this type of behavior (9, 11, 14). The reduction in median UIC at the end of pregnancy is most evident in places where there is a clear iodine deficiency (13). A study in Tasmania showed that at the beginning of pregnancy a 22% of samples had UIC levels < 50 µg/L and 40% at the end (13). This decline could suggest a depletion of iodine storage due to its consumption by the maternal-fetal binomial, its renal elimination and/or by inadequate dietary compensation.

Several studies have showed that the use of the me-

dian urinary iodine between 100-199 µg/L in schoolchildren as an indicator of iodine nutrition is not useful as an indicator of adequate intake of iodine during pregnancy in the same regions (5, 6, 10-12, 15-17, 20, 21). In Table 6, as an example, is shown a comparison between median of UIC of schoolchildren and pregnant women in three studies performed in Latin American countries, Argentina (Buenos Aires), Mexico (Hidalgo) and Venezuela (Trujillo) (17, 20, 27, 28). It was found that in Buenos Aires the iodine intake is adequate in schoolchildren but insufficient in pregnant women; whereas in Trujillo a Venezuelan Andean region the iodine intake is adequate in both groups. The WHO, UNICEF and ICCIDD have appealed to the importance of regular monitoring of iodine nutrition during pregnancy and not just in schoolchildren (6).

**TABLE 6**  
Comparison of the median UIC in schoolchildren and pregnant women in three Latin American countries.

	Argentina		Mexico		Venezuela
	Buenos Aires	Pachuca	Ixmiquilpan	Huejutla	Trujillo
Schoolchildren	143	133	145	93	166
Pregnant	137	116	125	109	228

The values represent the median UIC in µg/L, the number of subjects for each group was ≥ 32. Data from schoolchildren and pregnant women were obtained at the same time and by the same research group. Data were rounded from the original reference to the nearest number (17, 18, 27, 28).

#### **Iodine intake during pregnancy in Mexico**

International agencies recommend that each country should have its own studies on iodine nutritional status in vulnerable populations with the aim to make decisions and public policies based on well founded information (6). In Mexico, very little is known about the consumption of iodine in both schoolchildren and pregnant women. In this regard, the latest national nutrition survey which collected data on iodine nutrition was performed in 1999 and showed a median UIC, in schoolchildren and non-pregnant women, of 231 and 281 µg/L, respectively (29). Both data indicate a consumption of iodine above requirements. However, a study of Castañeda et al. (27) published in 2002 revealed that pregnant women in three localities of the Mexican state of Hidalgo: Pachuca (capital city), Ixmiquilpan (rural area without endemic goiter) and Huejutla (rural area with endemic goiter), showed a median UIC of < 150 µg/L, indicating insufficient iodine intake (Table 6). While in schoolchild-

dren the median UIC was  $>100 \mu\text{g/L}$  in Pachuca and Ixmiquilpan, and  $<100 \mu\text{g/L}$  in Huejutla (Table 6) (28). In contrast, nine years later, our research group conducted a study on iodine nutritional status in 294 pregnant women in the state of Queretaro, Mexico, and found an overall median UIC of  $260 \mu\text{g/L}$  (19). Our recent data in contrast to those of Hidalgo indicate an iodine intake above requirements in pregnant women. This discrepancy could be explained because of the development of an extensive program of universal salt iodization in Mexico. Currently it is estimated that 80% of the table salt consumed in Mexico contains between 20 and 40 ppm of iodine, and only around of 10% of this salt contains less than 15 ppm of iodine (30).

#### **Salt intake, iodine and pregnancy**

The universal salt iodization is the most cost-effective strategy to guarantee iodine consumption in general population (6). At present the minimal iodine concentration recommended for table salt is 15 ppm. In this regard for a non-pregnant woman which only iodine source is table salt, 10 g of table salt are needed daily to reach the recommended consumption ( $150 \mu\text{g}$ ) (6). This implies the consumption of approximately 17 g of table salt for a pregnant woman in order to reach its recommended daily intake ( $250 \mu\text{g}$ ). Considering the current global trend of reducing salt intake of 10 g/day per capita to less than 5 g/day in order to prevent cardiovascular diseases (31), it is very important to adequately monitoring iodine intake in pregnant women. It is essential not to jeopardize the sufficiency of iodine intake by the reduction of salt intake. As alternatives it should be considered to increase the minimal concentration of iodine in table salt or to establish additional iodine supplementation (multivitamin) in pregnant women. In this regard, it has been documented that salt restriction may compromise iodine intake in pregnant women (9). Larger studies are needed in all the countries to identify patterns of iodized salt intake, and to evaluate other iodine food sources to ensure an adequate iodine intake.

#### **Preeclampsia and iodine metabolism**

In relation with iodine metabolism in pregnant women with preeclampsia (PE), to our knowledge there is only one study that analyzed UIC (32). This study showed that UIC of women with severe PE is lower than in normal pregnant women,  $42.5 \pm 27 \mu\text{g/L}$

*versus*  $208 \pm 64 \mu\text{g/L}$ . This same group found that the concentration of triiodothyronine and iodine in serum, and the concentration of iodine in placenta of women with severe PE were lower than in normal pregnant women (32-34). Indeed, several studies suggest that the placenta may act as a storage place for the supply of iodine to the fetus (35). The previous data suggest that pregnant women with PE have a significant degree of iodine deficiency. In contrast, it has been reported that iodine concentration in blood from the umbilical cord of women with PE is higher than in healthy pregnant women (33). This suggests an adjustment in the physiological mechanisms that favor the passage of iodine to the fetus. In this regard, the supply of iodine to the fetus depends not only on the iodine intake in the mother, but also on the ability of iodine to cross the placenta and on its incorporation into TH by the fetus (35).

### **CONCLUSIÓN**

Adequate iodine intake during pregnancy is essential to ensure proper brain development and its deficiency in critical periods generates irreversible damage. Iodine metabolism during pregnancy is different from the non-pregnant woman, and this physiological scenario should be taken in account for an adequate nutritional assessment. The UIC determination in the general population for the monitoring of iodine consumption is essential for the design and application of policies directed to ensure an adequate iodine intake. The use of iodine supplementation (multivitamins) in pregnancy should be considered specially when the consumption of table salt is reduced.

### **ACKNOWLEDGEMENTS**

This work was partially supported by grants: FOMIX-QRO-2009-C01-117897 and PROMEP-PTC-094.

### **REFERENCES**

1. Public Health Committee of the American Thyroid Association, Becker DV, Braverman LE, Delange F, Dunn JT, Franklyn JA, et al. Iodine supplementation for pregnancy and lactation-United States and Canada: recommendations of the American Thyroid Association.

- tion. *Thyroid*. 2006; 16(10): 949-951.
2. Berbel P, Obregón MJ, Bernal J, Escobar del Rey F, Morreale de Escobar G. Iodine supplementation during pregnancy: a public health challenge. *Trends Endocrinol Metab*. 2007; 18(9): 338-343.
  3. Zimmermann MB. Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring: a review. *Am J Clin Nutr*. 2009; 89(suppl): 668S-672S.
  4. Zimmermann MB. Iodine deficiency. *Endocr Rev*. 2009(4); 30: 376-408.
  5. Benoist B, McLean E, Andersson M, Rogers L. Iodine deficiency in 2007: global progress since 2003. *Food Nutr Bull*. 2008; 29(3): 195-202.
  6. WHO, UNICEF, ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers. 3rd ed. Geneva (Switzerland): WHO, 2007.
  7. Glinoe D. Pregnancy and iodine. *Thyroid*. 2001; 11(5): 471-81.
  8. Glinoe D. The Importance of iodine nutrition during pregnancy. *Public Health Nutr*. 2007; 10(12A): 1542-6.
  9. Tahirović H, Toromanović A, Balić A, Grbić S, Gnat D. Iodine nutrition status of pregnant women in an iodine-sufficient area. *Food Nutr Bull*. 2009(4); 30: 351-354.
  10. Ategbo EA, Sankar R, Schultink W, van der Haar F, Pandav CS. An assessment of progress toward universal salt iodization in Rajasthan, India, using iodine nutrition indicators in school-aged children and pregnant women from the same households. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2008; 17(1): 56-62.
  11. Gowachirapant S, Winichagoon P, Wyss L, Tong B, Baumgartner J, Melse-Boonstra A, Zimmermann MB. Urinary iodine concentrations indicate iodine deficiency in pregnant Thai women but iodine sufficiency in their school-aged children. *J Nutr*. 2009; 139(6): 1169-72.
  12. Burgess JR, Seal JA, Stilwell GM, Reynolds PJ, Taylor ER, Parameswaran V. A case for universal salt iodisation to correct iodine deficiency in pregnancy: another salutary lesson from Tasmania. *Med J Aust*. 2007; 186(11): 574-6.
  13. Stilwell G, Reynolds PJ, Parameswaran V, Blizzard L, Greenway TM, Burgess JR. The Influence of gestational stage on urinary iodine excretion in pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008; 93(5): 1737-1742.
  14. Ainy E, Ordookhani A, Hedayati M, Azizi F. Assessment of intertrimester and seasonal variations of urinary iodine concentration during pregnancy-in an iodine-replete area. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2007; 67(4): 577-81.
  15. Zimmermann MB, Aeberli I, Torresani T, Burgi H. Increasing the iodine concentration in the Swiss iodized salt program markedly improved iodine status in pregnant women and children: a 5-y-prospective national study. *Am J Clin Nutr*. 2005; 82(2): 388-92.
  16. Caldwell KL, Miller GA, Wang RY, Jain RB, Jones RL. Iodine status of the U.S. Population, National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. *Thyroid*. 2008; 18(11): 1207-1214.
  17. Prieto L, Méndez V, Chiesa A, Bengolea S, Gruñeiro-Papendieck L. Determinación de yoduria en la población materno infantil de Buenos Aires. *Rev Argent Endocrinol Metab*. 2005; 42(4): 131-36.
  18. Soares R, Vanacor R, Manica D, Dorneles LB, Resende VL, Bertoluci MC, Furlanetto TW. Thyroid volume is associated with family history of thyroid disease in pregnant women with adequate iodine intake: a cross-sectional study in southern Brazil. *J Endocrinol Invest*. 2008; 31(7):614-7.
  19. García-Solís P, Solís-S JC, García-Gaytán AC, Mendoza-Reyes VA, Robles-Osorio L, Hernández-Montiel HL, Leo-Amador GE. Iodine nutrition status in pregnant women in Mexico. *Thyroid*. 2011; 21(12): 1367-71.
  20. Caballero L. Yoduria en escolares y embarazadas del estado Trujillo, Venezuela 2007-2008. *Rev Argent Endocrinol Metab*. 2011; 48(4): 206-11.
  21. Hess SY, Zimmermann MB, Staubli-Asobayire F, Tebi A, Hurrell RF. An evaluation of salt intake and iodine nutrition in a rural and urban area of the Côte d'Ivoire. *Eur J Clin Nutr*. 1999; 53(9): 680-686.
  22. Peris Roig B, Calvo Rigual F, Tenias Burillo JM, Merchante Alfaro A, Presencia Rubio G, Miralles Doltz F. Embarazo y deficit de yodo. Situación actual. Current situation. *Endocrinol Nutr*. 2009; 56(1): 9-12.
  23. Nawoor Z, Burns R, Smith DF, Sheehan S, O'Herlihy, Smyth PP. Iodine intake in pregnancy in Ireland -- a cause for concern? *Ir J Med Sci*. 2006; 175(2): 21-4.
  24. Marchioni E, Fumarola A, Calvanese A, Piccirilli F, Tommasi V, Cugini P, et al. Iodine deficiency in pregnant women residing in an area with adequate iodine intake. *Nutrition*. 2008; 24(5): 458-61.
  25. Temple VJ, Haindapa B, Turare R, Masta A, Amoa AB, Ripa P. Status of iodine nutrition in pregnant and lactating women in National Capital District, Papua New Guinea. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2006; 15(4): 533-7.
  26. Pretell EA, Delange F, Hostalek U, Corigliano S, Barrera L, Higa AM, et al. Iodine nutrition improves in Latin America. *Thyroid*. 2004;14(8):590-9.
  27. Castañeda R, Lechuga D, Ramos RI, Magos C, Orozco M, Martínez H. Endemic goiter in pregnant women: utility of the simplified classification of thyroid size by palpation and urinary iodine as screening tests. *BJOG*. 2002; 109(12): 1366-1372.
  28. Martínez-Salgado H, Castañeda-Limonés R, Lechuga-

- Martin del Campo D, Ramos-Hernández RI, Orozco-López M, Rivera-Dommarco J, et al. Deficiencia de yodo y otros posibles bociógenos en la persistencia del bocio endémico en México. *Gac Med Mex.* 2002; 138(2): 149-156.
29. Rivera J, Shamah T, Villalpando S, González de Cosío T, Hernández B, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca (Morelos, Mexico): Instituto Nacional de Salud Pública, 2001.
  30. Comisión Federal para la Protección contra Riesgo, Secretaría de Salud [Internet]. México: Programa: Alimentos. Proyecto: Sal yodada y fluorada. 2012 - [cited 14 January 2012]. Available: <http://www.cofepris.gob.mx/Lists/Alimentos/AllItems.aspx>.
  31. WHO. Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting, 5-7 October 2006, Paris, France. Geneva (Switzerland): WHO, 2007.
  32. Gulaboglu M, Borekci B, Delibas I. Urine iodine levels in preeclamptic and normal pregnant women. *Biol Trace Elem Res.* 2010; 136(3): 249-57.
  33. Borekci B, Gulaboglu M, Gul M. Iodine and magnesium levels in maternal and umbilical cord blood of preeclamptic and normal pregnant women. *Biol Trace Elem Res.* 2009; 129(1-3): 1-8.
  34. Gulaboglu M, Borekci B, Halici Z. Placental tissue iodine level and blood magnesium concentration in preeclamptic and normal pregnancy. *Int J Gynaecol Obstet.* 2007; 98(1-3): 100-4.
  35. Burns R, O'Herlihy C, Smyth P. The placenta as a compensatory iodine storage organ. *Thyroid.* 2011; 21(5): 541-6.

Recibido: 29-05-2012

Aceptado: 04-09-2012

## Índice cintura estatura como predictor de riesgo de hipertensión arterial en población adulta joven: ¿Es mejor indicador que la circunferencia de cintura?

*Karen Valenzuela, Patricia Bustos,*

Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

**RESUMEN.** El objetivo de este estudio fue estimar la asociación entre los valores de circunferencia de cintura (CC) y del índice cintura estatura (C/E) con la presión arterial (PA) y determinar cual de estos indicadores presenta la mejor asociación en una población adulta joven de una zona semi-rural de Chile.

Se realizó un estudio transversal analítico en 998 personas entre 22 y 28 años nacidas en el Hospital de Limache, V Región del país quienes fueron encuestados sobre antecedentes socioeconómicos y familiares, junto con mediciones de PA y antropometría entre los años 2000 y 2003. Se realizó un modelo de regresión lineal de asociación univariada entre distintas variables de control y PA; luego se construyó un modelo entre CC y C/E con PA con ajuste por variables de control.

El promedio de PA fue 114,6/72,5 mmHg ( $\pm$  13,5/8,8), CC 83,9 cm ( $\pm$ 11,3), C/E 0,52 ( $\pm$ 0,07). La edad, sexo masculino, peso, talla y consumo de alcohol aumentaron la PA ( $p < 0,05$ ), la escolaridad en cambio la disminuyó ( $p < 0,05$ ). Se obtuvo una asociación directa entre CC y PA ( $\beta = 0,27$  para la PAS y 0,33 para la PAD) y entre C/E y PA ( $\beta = 32,7$  para PAS y 23,9 para PAD) ( $p < 0,01$ ). Al ajustar, esta asociación disminuye pero persiste significativa y es similar entre CC con la PA en comparación con C/E y PA ( $R^2$  0,20 y 0,37 para PAS; 0,20 y 0,36 para PAD respectivamente). En nuestra población la CC y C/E se asociaron significativamente con la PA, con una fuerza similar entre ambas.

**Palabras clave:** Presión arterial, índice cintura estatura, circunferencia de cintura, población adulta joven.

**SUMMARY. Waist: height ratio as a predictor of risk of hypertension in young adults: Is it better indicator that waist circumference?.** The objective was to determine the association between values of waist circumference (WC) and waist: height ratio (W/H) with blood pressure (BP) and to estimate which of these indicators present the best association with BP in a young adult population of a semi-rural area of Chile.

We performed a cross sectional study in 998 people between 22 and 28 years, born in the Limache Hospital, V Region of the country who were surveyed for socioeconomic and family background, BP and anthropometric measurements were also taken during 2000 and 2003. Linear regression model was apply between control variables and BP, then models between WC and W/H and BP were built adjusting by control variables. The mean of BP was 114,6 / 72,5 mmHg ( $\pm$  13,5/8,8), WC 83,9 cm ( $\pm$  11,3), W/H 0,52 ( $\pm$  0,07). Age, being male, weight, height and alcohol consumption increased the BP ( $p < 0,05$ ), scholarity instead decreased it ( $p < 0,05$ ). A direct association was observed between WC and BP ( $\beta = 0,7$  for SBP and 0,33 for DBP) and between W/H and BP ( $\beta = 32,75$  for SBP and 23,90 for DBP) ( $p < 0,01$ ). These association decreases but remain significant after adjustment. There was a similar association between WC with BP compared with W/H ( $R^2$  0,20 and 0,37 for SBP; 0,20 y 0,36 for DBP respectively). In our population WC and W/H were significantly associated with BP, with a similar force between them.

**Key words:** Blood pressure, waist: height ratio, waist circumference, young adult population.

### INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen un problema de salud pública debido a su alta prevalencia y a que son la primera causa de discapacidad y muerte en la mayor parte de los países del mundo (1). A pesar de que la muerte por enfermedades cardiovasculares ha declinado, la carga por esta enfermedad sigue siendo alta. En el 2005 17,5

millones de personas fallecieron por esta causa lo cual representa cerca del 30% de las muertes registradas en el mundo (1).

La hipertensión arterial (HTA), es una patología que presenta una morbimortalidad elevada (2) y un conocido factor de riesgo relacionado con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

Se ha señalado que tanto la obesidad como el aumento de peso están entre los factores asociados más

constantes de la HTA (3). Datos en población aparentemente sana indican que un aumento en el IMC tiene una fuerte e independiente asociación con la presencia de HTA (4). Se estima, además, que entre un 60% y 70% de la HTA en adultos se atribuye a la adiposidad central (5).

Según información de la Encuesta Nacional de Salud realizada en población adulta de Chile en el 2010, la prevalencia de obesidad es alta, alcanzando 33% en mujeres y 22.5% hombres, lo mismo se pudo constatar para obesidad abdominal con cifras de 63.6 y 60.5% y para hipertensión arterial con 28.7 y 25.3% en hombres y mujeres respectivamente (6).

La obesidad entendida como un exceso de peso corporal por aumento de la masa grasa pueden ser diagnosticada o por medio de medidas antropométricas, las cuales no sólo son de utilidad diagnóstica, si no que además permiten indirectamente medir la composición corporal, la efectividad (o fracaso) del tratamiento y pueden constituir un indicador de riesgo cardiovascular.

Si bien la circunferencia de cintura (CC) ha sido propuesta como el mejor indicador de riesgo cardiovascular, esta medición ha sido también criticada debido a que no toma en cuenta la estatura de las personas por lo que se plantea que el índice cintura estatura (C/E) puede ser un mejor predictor. Según Can y cols. valores de este índice  $\geq 0,55$  son de riesgo cardiometabólico en mayores de 18 años (7). En población adulta joven con IMC en rangos normales, un C/E  $> 0,5$  se relaciona directamente con mayores valores de HOMA, insulina, triglicéridos (TG) y relación TG/colesterol HDL que quienes presentan un C/E  $< 0,5$  (8) En la evaluación del valor pronóstico de este índice como predictor de cardiopatía coronaria se vio que aquellos que presentan un índice  $>0,55$  (obesidad abdominal) también tienen una prevalencia mayor de esta enfermedad (9). Comparado con otros índices antropométricos, la C/E junto con la CC ha mostrado tener una mejor correlación con el colesterol total, TG, relación TG/colesterol HDL y colesterol LDL que el IMC (10). Al evaluar el riesgo de presentar hiperglicemia, se constató que el índice C/E  $>0,5$  es el que se asocia a mayor riesgo de desarrollarla en comparación los otros indicadores (11) y también mayor riesgo de presentar diabetes tipo 2 que al compararlo con el IMC (12). Hsieh y cols.(13) por su parte han planteado que el índice C/E es el mejor predictor de factores de

riesgo cardiovascular sin embargo, la asociación específica con HTA ha sido menos estudiada.

El objetivo de este estudio fue determinar si existe asociación entre los valores de C/E y CC con PA y determinar si la C/E presenta mejor asociación con la PA en comparación con la CC en una población adulta joven de una zona semi-rural de Chile.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de esta investigación fue tipo transversal, la cual fue parte de un estudio cuyo objetivo fue analizar los factores de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes. La población en estudio nació en el Hospital de Limache, V Región de Chile entre los años 1974 y 1978 ( $n=3036$ ) seleccionándose en forma aleatoria simple 998 personas las que fueron evaluadas cuando tenían entre 22 y 28 años, entre los años 2000 a 2003. 44% de la muestra correspondió a varones, 56% de ella, a mujeres.

A las personas seleccionadas, luego de firmar un consentimiento informado, se les aplicó una encuesta para conocer antecedentes socioeconómicos y familiares, se tomó la presión arterial y se midió peso, talla y circunferencia de cintura.

La medición de presión arterial se realizó con esfigmomanómetro digital en 2 oportunidades. La primera al finalizar la encuesta, con la persona en reposo por al menos 10 minutos y la segunda antes de realizar las mediciones antropométricas. En caso de salir valores alterados se realizó una tercera toma de presión arterial. Se trabajó con el promedio de las presiones sistólicas (PAS) y diastólicas (PAD).

La obtención de la CC se efectuó con cinta métrica flexible, tomando como lugar de medición el punto medio entre la cresta ilíaca y la última costilla. La estatura se midió con un tallímetro adosado a la pared, con la persona descalza, con la cabeza en posición de Frankfurt y anotando cm y mm. El índice C/E fue calculado al dividir el valor de la CC por la talla (ambas mediciones en cm).

Se denominó HTA a valores iguales o superiores a 140 mm de Hg de presión sistólica y/o  $\geq 90$  mm Hg de presión diastólica. Debido a que la proporción de casos con HTA eran escasos, porque es una muestra poblacional, joven, se trabajó con la presión arterial en forma continua y fue la variable dependiente.

Se denominó CC elevada a valores  $\geq 102$  cm. en

hombres y  $\geq 88$  cm. en mujeres e índice C/E elevado a valores superiores a 0,5. Ambos índices se consideraron variables independientes.

Como variables de control se utilizaron la edad, sexo, antecedentes familiares de HTA, actividad física (sedentario o no sedentario) y último año de escolaridad aprobado (como una medición del nivel socioeconómico).

Una vez recolectados los datos se digitaron en el programa EPIDAT y se analizaron en el programa SPSS versión 17.

En una primera etapa se hicieron distribuciones de frecuencia y descripción de las variables estudiadas las que se compararon según sexo. Para las variables continuas se usó promedios  $\pm$  desviación estándar (DE) y la prueba estadística de comparación fue ANOVA. Para las variables categóricas se usó porcentaje y Chi<sup>2</sup>.

Se realizó la búsqueda de asociación univariada de las variables de control con la presión arterial y a continuación se buscó la asociación entre CC y C/E con valores de PA. Para ello se utilizó un modelo de regresión lineal (utilizando la variable dependiente en forma continua), el cual fue realizado primero sin ajuste y luego controlando por los factores de control ya mencionados. Finalmente se determinó cual de las 2 variables independientes se asoció mejor con la PA.

## RESULTADOS

La edad promedio de la muestra fue de 24,8 años, con una escolaridad que no alcanza la media completa en ambos sexos. Los valores promedio de presión arterial en hombres y

mujeres tanto sistólica como diastólica se encuentran dentro límites normales, con cifras significativamente mayores en los hombres. Se puede observar también que la población presenta un IMC elevado en rangos de sobrepeso, siendo éste mayor en las mujeres. La medición de la circunferencia de cintura en tanto, fue significativamente menor en mujeres en cambio, el índice cintura/estatura presentó valores promedios elevados, significativamente mayores en mujeres. La talla, como era de esperar, fue mayor en hombres (Tabla 1).

Valores elevados de circunferencia de cintura se observaron en aproximadamente un quinto de la muestra, siendo éstos significativamente mayores en mujeres (30,8%). El índice cintura/estatura se presentó elevado en más del 50% de la población en estudio, siendo estos porcentajes también mayores en mujeres (57,6%). Las presiones arteriales sistólicas y diastólicas se encontraron elevadas con baja frecuencia, con valores que bordean el 4%, mayor en hombres, tanto para la presión sistólica como diastólica ( $p < 0.001$ ). Tabla 2.

TABLA 1  
Características generales de la población en estudio.

	Total (n=998)		Hombres (n=439)		Mujeres (n=559)		p
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	
Edad (años)	24,8	1,5	24,9	1,6	24,6	1,6	0,011
Escolaridad (años)	11,1	2,9	10,9	3,0	11,2	2,8	0,088
PAS (mmHg)	114,6	13,5	123,2	13,6	107,9	10,8	0
PAD (mmHg)	72,5	8,8	75,6	8,6	70,0	8,2	0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,8	4,4	25,3	3,7	26,2	4,9	0,002
C. Cintura (cm)	83,9	11,3	85,1	9,6	83,1	12,4	0,003
Índice Cintura/Estatura	0,52	0,07	0,5	0,05	0,53	0,08	0
Talla (cm)	-	-	168,0	6,06	156,5	5,6	0

TABLA 2  
Porcentaje de personas que tienen indicadores alterados en la población estudiada

	Total % (IC inf-sup)	Hombres % (IC inf-sup)	Mujeres % (IC inf-sup)	p
Valores elevados de C. Cintura *	19,4 (17,0-21,2)	4,8 (3,5-6,1)	30,8 (27,9-33,6)	0,000
Índice Cintura estatura elevado #	54,7 (51,2-60,4)	51 (47,9-54,0)	57,6 (54,5-60,6)	0,023
PAS elevada +	4,4 (3,1-5,6)	8,9 (7,2-10,6)	0,9 (0,4-1,4)	0,000
PAD elevada +	3,5 (2,4-4,6)	5,5 (4,2-6,8)	2,0 (1,7-4,2)	0,002

# Índice C/E >0,5 + PAS  $\geq$  140mmHg PAD  $\geq$  90mmHg  
\* CC >102 cm en hombres >88 cm en mujeres.

Al buscar la asociación entre las variables de control y los valores de presión arterial, se observó que los antecedentes familiares de HTA (tanto de la madre como del padre) no se asociaron con la presión sistólica ni diastólica. El ser hombre tuvo una fuerte influencia adversa tanto en la PAS como en la PAD al observarse que esta condición se asocia a un coeficiente  $\beta$  de 15 y 5.6 respectivamente. En el mismo sentido, pero con menor fuerza actúan la edad de los participantes al observarse que a medida que ésta aumenta, la PAS y PAD suben; el mayor consumo de alcohol, el aumento de peso y de talla también se asociaron estadísticamente. La escolaridad de las personas en cambio se asocia en sentido inverso, es decir, a mayor escolaridad, menor presión sistólica y diastólica. Lo mismo ocurre con la actividad física (aunque

sólo con la PAS) Tabla 3.

En cuanto a la asociación de las variables independientes de este estudio, CC y el C/E, con los valores promedios de PAS se observó que a medida que aumentan los valores de éstas, el coeficiente  $\beta$  lo hace en 0,27 (IC: 0,225–0,315) y 32,75 (IC: 25,31–40,20) respectivamente. Al controlar por sexo, edad, actividad física, escolaridad y antecedentes de HTA en los padres el valor del coeficiente  $\beta$  disminuye levemente para la CC pero aumenta para el C/E manteniéndose la asociación significativa (Tabla 4). Este mismo comportamiento se observa para la PAD (Tabla 4).

Al estudiar la asociación entre CC, C/E y los valores promedios de PAS y PAD se pudo observar –a través del  $R^2$  – que el valor de CC explica en un 12% la variabilidad de los valores promedios PAS y en un

TABLA 3  
Asociación de distintas variables con presión arterial sistólica y diastólica. Análisis univariado

	Presión Arterial Sistólica				Presión Arterial Diastólica			
	Coef. $\beta$	I.C		p	Coef $\beta$	I.C		p
		Inf	Sup			Inf	Sup	
Edad (años)	0,783	0,261	1,306	0,003	0,632	0,292	0,972	0
Sexo masculino	15,33	13,94	-16,73	0,000	5,613	4,569	6,657	0,000
Act. Física	-3,456	-5,166	-1,745	0,000	-0,794	-1,918	0,329	0,166
Escolaridad (años)	-0,558	-0,843	-0,270	0,000	-0,243	-0,432	-0,055	0,012
Ant. HTA Madre	0,076	-0,288	0,441	0,682	0,092	-0,146	0,330	0,448
Ant. HTA Padre	0,101	-0,181	0,383	0,483	-0,036	-0,220	0,148	0,703
Alcohol (g)	0,005	0,004	0,006	0,000	0,002	0,002	0,003	0,000
Peso (Kg)	0,385	0,325	0,444	0,000	0,258	0,219	0,296	0,000
Talla (cm)	0,668	0,574	0,762	0,000	0,243	0,178	0,308	0,000

TABLA 4  
Asociación entre CC e índice C/E con presión arterial sistólica y diastólica. Modelos de regresión lineal sin y con ajuste

	PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA									
	Coef. $\beta$	Sin ajuste				Ajustado				
		Inf.	I.C	Sup.	p	R <sup>2</sup>	Coef. $\beta$	Inf.	I.C	Sup.
CC *	0,27	0,225	0,315	0,00	0,12	0,242	0,199	0,286	0,00	0,203
C/E**	32,75	25,31	40,20	0,00	0,069	39,637	32,52	46,7	0,00	0,204
	PRESIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA									
CC*	0,33	0,259	0,401	0,00	0,076	0,258	0,198	0,317	0,00	0,37
C/E**	23,9	12,16	35,64	0,00	0,015	41,11	31,41	50,82	0,00	0,368

\* Aumento de 1 cm de CC cintura \*\* Aumento de 1 punto del índice C/E

7,6% la de la PAD, mientras que C/E lo hace en un 6,9% y 1,5% respectivamente. Al ajustar por factores de control que se sabe que afectan la PA como el sexo, edad, actividad física, escolaridad y antecedentes de HTA en los padres, la influencia de ambas variables independientes sobre los valores  $R^2$  aumentan tanto para la PAS como para la PAD, igualándose. (Tabla 4).

Cuando se realizó la comparación por sexo para la PAS, tanto en forma univariada como al ajustar por factores de control se vio que el coeficiente  $\beta$  fue mayor para hombres tanto con la CC como con el C/E (datos no mostrados).

A pesar de que la prevalencia de hipertensión fue bastante baja, se analizó adicionalmente la asociación entre CC y C/E con esta patología observándose un OR de 1,560 (IC 0,878-2,774,  $p=0,130$ ) para la CC y un OR de 2,543 (IC 1,412-4,578,  $p=0,002$ ) para C/E en los modelos ajustados.

## DISCUSIÓN

En este estudio la CC y el índice C/E se asociaron directamente a la PA tanto sistólica como diastólica. Como los valores de  $p$  son similares y altamente significativos el que el  $R^2$  sea similar al ajustar por los factores antes mencionados, nos indica que ambas variables se asocian con igual fuerza con la PA.

Esta asociación puede explicarse porque ambos son indicadores de obesidad central, la que a su vez se considera como factor de riesgo cardiovascular al igual que la HTA (7). El índice C/E y la CC incluso han sido catalogados como mejores predictores de riesgo cardiovascular que el IMC (14) y al igual que en nuestro estudio, ambos se han asociado en forma estadísticamente significativa con los valores de PAS (15).

El índice C/E ha sido asociado con riesgo cardiovascular aún en niños y adolescentes, aunque con mayor correlación con lípidos sanguíneos y lipoproteínas que con la PA (16). En población adulta en tanto, en un estudio realizado por Yalcin y cols. (17) se vio que en hombres la CC es un factor de riesgo independiente para desarrollar PA elevada, y que ambos indicadores, como predictores de patología, presentan una buena correlación con la presencia de HTA (18).

Si bien es cierto, que en esta muestra la asociación entre la CC y el índice C/E con la PA existe, la contribución de ambos indicadores a la variabilidad de los valores de PA es en un porcentaje pequeño ( $R^2$ ). La

amplia gama de factores que inciden sobre la PA podría explicar la baja variabilidad que tienen sobre ella de cada uno de los índices estudiados cuando se realiza la regresión lineal sin ajustar; lo cual sería concordante con el aumento observado para la variabilidad tanto de la PAS como de la PAD cuando se ajusta por factores de control.

Cabe destacar también que en el presente estudio es la CC, en los modelos sin ajuste, la que se asocia mejor con la PA, pero al ajustar, ambos índices explican sobre el 20% de la variabilidad para la PAS y sobre el 35% en la PAD (Tabla 4) resultado distinto al obtenido por Zhou y cols. (19), quienes al buscar comparación de la asociación entre índices de obesidad e HTA, en una muestra de 29079 personas observaron que el índice C/E es el que presenta la mejor asociación con la HTA en población masculina; situación que si bien es cierto no mide la misma variable (HTA v/s promedios de PAS y PAD) podría extrapolarse. Esta asociación, entre C/E e hipertensión también se observó en nuestro estudio aunque con un reducido número de casos por lo que nos parece más informativa la asociación de CC y C/E con la variable presión arterial en forma continua. En el estudio de Zhou se vio también que el IMC fue el que obtuvo mejor asociación para valores promedios de PAS como de PAD. A estos mismos resultados llegaron investigadores que analizaron una población asiática de 7730 personas, en el cual el índice C/E obtuvo la mejor asociación tanto con los niveles de PAS como de PAD, en hombres y mujeres (20).

Otros investigadores han señalado que este índice no sólo tiene una buena correlación con la PA, si no que ha demostrado ser, en comparación con el IMC y la CC, el mejor indicador en el screening de riesgo de síndrome metabólico (21) y el mejor indicador de HTA en hombres (20). Esta situación es similar a la obtenida en nuestro trabajo ya que se obtuvo que C/E esté más asociado a la presión arterial en hombres que en mujeres.

Aunque en nuestro estudio se utilizó la variable dependiente en forma continua, sería interesante poder estudiar la asociación que tienen estos indicadores con la HTA. Dado la poca prevalencia de HTA en esta muestra, fue más conveniente realizar el análisis de datos en forma lineal para no perder información.

El hecho de que en algunos estudios el IMC fuese mejor catalogado en relación con los niveles de PA da

pie para realizar también la comparación con este indicador en este tipo de población puesto que existe poca información de la asociación de obesidad con PA en adultos jóvenes.

La asociación directa entre talla y PAS encontrada en nuestra investigación, concuerda con lo encontrado por Saha y cols. (22) en población adolescente; sin embargo, contrasta con los resultados obtenidos en otros estudios. En la investigación de Lagemberg y cols. (23) se observó que a menor estatura mayores niveles de PAS, aunque dicho estudio fue realizado en una muestra cuya población presenta casi el doble de la edad de esta muestra y fue ajustado en 3 modelos por factores confundentes distintos a los nuestros como medicación antihipertensiva, clase social en la infancia, IMC, índice cintura cadera, tabaquismo y peso al nacer. En otro estudio, de esta misma autora (24), se señala que la relación de la estatura con la PA aumenta con la edad, factor que podría ser influyente en la discrepancia de los resultados encontrados, dada la menor edad de nuestra población.

En cuanto a la posible contribución de la talla al C/E, Fuchs y cols. (25) observaron, que al corregir la CC por estatura ya sea dividiéndola por ésta en forma simple, elevándola al cuadrado o al cubo, ( $C/E$ ,  $C/E^2$  o  $C/E^3$ ) se obtiene una mejor asociación con la HTA que con la CC por sí sola lo cual también según nuestros resultados apoya el rol de la talla del individuo para que el C/E sea un buen indicador.

La discrepancia de los resultados obtenidos en relación a la asociación entre talla y PA plantea la inquietud de seguir investigando sobre el tema. Según nuestro conocimiento son pocos los estudios desarrollados en este ámbito, sobre todo en población adulta joven especialmente en países en vías de desarrollo.

Entre las desventajas de este estudio se encuentran la homogeneidad de la edad de las personas (debido al diseño del estudio original) por lo que esta variable probablemente no expresa todo su efecto sobre la presión arterial como lo hubiera hecho una muestra de diferentes edades.

Entre las fortalezas se encuentran que se trabajó con una muestra poblacional numerosa, de personas jóvenes, de ambos sexos, en la cual es relevante estudiar los factores de riesgo de enfermedades crónicas antes de que éstos aparezcan o sean de inicio reciente, para poder sugerir acciones que eviten su aparición o reduzcan su efecto a largo plazo.

## CONCLUSIÓN

En nuestra población en estudio tanto la C/C como la C/E presentan asociación directa con la PA. Al ajustar por factores de confusión ambas lo hacen con similar fuerza de asociación.

## REFERENCIAS.

1. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades cardiovasculares. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/index.html>
2. Lombera F, Barrios V, Soria F, Placer L, Cruz JM, Soria F y cols. Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Española de Cardiología en hipertensión arterial. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 66-90.
3. Diaz ME. Hypertension and obesity. *J Hum Hypertens*. 2002;16 Suppl 1:S18-22.
4. Oda E, Kawai R. Body mass index is more strongly associated with hypertension than waist circumference in apparently healthy Japanese men and women. *Acta Diabetol* 2010; 47 (4):309-13.
5. Kotchen T. Obesity-related hypertension: epidemiology, pathophysiology, and clinical management. *Am J Hypertens* 2010; 23(11):1170-8.
6. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Disponible en : [http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2012/07/Informe-ENS-2009-2010.-CAP-5\\_FINALv1juliocepei.pdf](http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2012/07/Informe-ENS-2009-2010.-CAP-5_FINALv1juliocepei.pdf). Consultado el 17 de Octubre 2012.
7. Can AS, Yildiz EA, Samur G, Rakicioğlu N, Pekcan G, Ozbayrakçi S y cols. Optimal waist: height ratio cut-off point for cardiometabolic risk factors in Turkish adults. *Public Health Nutr* 2010;13(4):488-95.
8. Srinivasan SR, Wang R, Chen W, Wei CY, Xu J, Berenson GS. Utility of waist-to-height ratio in detecting central obesity and related adverse cardiovascular risk profile among normal weight younger adults (from the Bogalusa Heart Study). *Am J Cardiol*. 2009 Sep 1;104(5):721-4.
9. Siavash M, Sadeghi M, Salarifar F, Amini M, Shojaei-Moradie F. Comparison of body mass index and waist/height ratio in predicting definite coronary artery disease. *Ann Nutr Metab*. 2008;53(3-4):162-6.
10. Chehrei A, Sadrnia S, Keshteli AH, Daneshmand MA, Rezaei J. Correlation of dyslipidemia with waist to height ratio, waist circumference, and body mass index in Iranian adults. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2007; 16(2):248-53.
11. Hong X, Li JQ, Liang YQ, Wang ZY, Xu F. The relationship between body mass index, waist circumfe-

- rence, waist-to-hip ratio, waist-to-height ratio and hyperglycemia: a three-year follow-up study in Nanjing. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2009;30(3):209-13.
12. Hadaegh F, Zabetian A, Harati H, Azizi F. Waist/height ratio as a better predictor of type 2 diabetes compared to body mass index in Tehranian adult men--a 3.6-year prospective study. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2006;114(6):310-5.
  13. Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003; 27(5):610-6.
  14. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*. 2010 ;7:1-23
  15. Tseng CH. Waist-to-height ratio and coronary artery disease in Taiwanese type 2 diabetic patients. *Obesity (Silver Spring)*. 2008; 16(12):2754-9.
  16. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Strawn LM, Dietz WH Srinivasan SR, y cols.. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(1):33-40.
  17. Yalcin BM, Sahin EM, Yalcin E. Which anthropometric measurement is most closely related to elevated blood pressure? *Fam Pract*. 2005;22(5):541-7.
  18. Tuan NT, Adair LS, Stevens J, Popkin BM. Prediction of hypertension by different anthropometric indices in adults: the change in estimate approach. *Public Health Nutr* 2010; 13(5):639-46.
  19. Zhou Z, Hu D, Chen J. Association between obesity indices and blood pressure or hipertensión: which index is the best?. *Public Health Nutr* 2009; 12(8):1061-71.
  20. Ho SY, Lam TH, Janus ED. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. *Ann Epidemiol*. 2003;13(10):683-9.
  21. Mombelli G, Zanaboni AM, Gaito S, Sirtori CR. Waist-to-height ratio is a highly sensitive index for the metabolic syndrome in a Mediterranean population. *Metab Syndr Relat Disord* 2009;7(5):477-84.
  22. Saha I, Raut DK, Paul B. Anthropometric correlates of adolescent blood pressure. *Indian J Public Health* 2007;51(3):190-2.
  23. Langenberg C, Hardy R, Kuh D, Wadsworth ME. Influence of height, leg and trunk length on pulse pressure, systolic and diastolic blood pressure. *J Hypertens* 2003 21:537- 543.
  24. Langenberg C, Hardy R, Breeze E, Kuh D, Wadsworth ME. Influence of short stature on the change in pulse pressure, systolic and diastolic blood pressure from age 36 to 53 years: an analysis using multilevel models. *Int J Epidemiol* 2005;34(4):905-13.
  25. Fuchs FD, Gus M, Moreira LB, Moraes RS, Wiehe M, Pereira GM y cols. Anthropometric indices and the incidence of hypertension: a comparative analysis. *Obes Res* 2005; 13(9):1515-7.

Recibido: 06-09-2012

Aceptado: 18-10-2012

## Factores asociados con la seguridad alimentaria en un Municipio Rural del norte del Cauca, Colombia

*Sayda Milena Pico Fonseca, Helena Pachón*

Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

**RESUMEN.** La seguridad alimentaria (SA) es el acceso suficiente a alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer las necesidades alimentarias y preferencias personales, y llevar una vida sana y activa. En el presente estudio se determinó la seguridad alimentaria de 302 familias de escolares de un municipio rural del departamento de Cauca, Colombia; y los factores asociados a la misma. Los hogares seleccionados hacían parte de un proyecto de impacto nutricional de maíz con mayores nutrientes realizado en esta zona. En estos hogares se aplicó una escala de SA compuesta por 12 ítems y un cuestionario sociodemográfico. Los hogares se clasificaron con seguridad e inseguridad alimentaria leve, moderada y severa. El 44,37% de los hogares se encontró en SA y el 55,63% con inseguridad alimentaria (IA), (41,39% presentó inseguridad leve, 12,25% inseguridad moderada y 1,99% inseguridad severa). Las familias que se encontraron en IA tenían hogares en donde el número de personas que trabajaban es relativamente menor al número de personas que allí vivían, contaban con menos de 4 bienes o servicios y el (los) niño (s) tenían menos apetito en comparación con las familias que se encontraban con SA. En conclusión más de la mitad de las familias encuestadas se encontraron en IA y los factores que la influyen están asociados al ingreso familiar.

**Palabras clave:** Inseguridad alimentaria, Escolares, Rural, Colombia

**SUMMARY. Factors associated with food security in a rural Municipality in northern Cauca, Colombia.**

Food security is sufficient access to safe and nutritious foods to satisfy nutritional needs and personal preferences, and to lead a healthy and active life. The current study evaluated food security in 302 families with school-age children living in a rural municipality in Cauca, Colombia, and factors associated with food security. Families were participating in an evaluation of the nutrition impact of an intervention with nutritionally improved maize. A 12-item food security scale was applied to the household head, as well as a sociodemographic survey. Families were classified as food secure, or mildly, moderately or severely food insecure. Among households, 44,37% were classified as food secure and 55,63% as food insecure (with 41,39% as mildly insecure, 12,25% as moderately insecure and 1,99% as severely insecure). Food-insecure families had fewer persons working relative to the total individuals in the home, 4 or fewer services or assets, and children with a reduced appetite, in comparison with food-secure households. In conclusion, more than half of the sample was food insecure; the factors associated with food insecurity relate to family income.

**Key words:** Food insecurity, school-age children, rural, Colombia

### INTRODUCCIÓN

El concepto de Seguridad Alimentaria (SA) está definido como el acceso físico, económico y social a los alimentos necesarios (en cantidad, calidad nutricional, seguridad y preferencia cultural) para una vida activa y saludable, por todos los miembros de la familia, en todo momento y sin riesgo previsible de perderlo (1). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO- sostiene que la SA debe perseguir tres propósitos específicos: asegurar la adecuada producción alimentaria, estabilizar al máximo el flujo de los alimentos y garantizar

el acceso de los mismos a todas las personas (1).

Estudios revelan que evaluar la seguridad alimentaria es de gran importancia por las repercusiones en el estado de la salud y la nutrición de los individuos (1), en el rendimiento escolar de los niños, en la capacidad laboral de los adultos, en la estabilidad emocional de los miembros del hogar, en la dinámica familiar y en la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales (2). Otros estudios hablan de la importancia de la SA y la capacidad con la que cada hogar accede a los alimentos (cantidad y calidad) para llevar una vida saludable, sin estar en riesgo de Inseguridad Alimentaria (IA) y de vulnerabilidad de cada

miembro del hogar a la misma (2).

En Colombia, la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) reporta para el 2005 que cerca del 40,6% de los hogares colombianos, con menores de 18 años, se encuentran en IA (3) cifra que aumenta al 45,7% en el año 2010 (4). Esta situación es determinante para definir las políticas de salud puesto que el impacto de la IA se ve reflejado en la capacidad del individuo y por lo tanto en la evolución social de la población. En el noroccidente colombiano una alta proporción de los hogares disponen de alimentos de todos los grupos (leche y derivados lácteos, carnes, leguminosas, frutas, verduras, cereales, tubérculos y plátanos, azúcar y grasas), pero esto no es suficiente para garantizar la SA de los miembros de la familia dada la poca variedad de alimentos en cada uno de los grupos (5).

Conocer los niveles de inseguridad alimentaria es importante para encaminar las acciones relacionadas con el avance en los objetivos del milenio. Además de ser la SA la mayor causante de hambre y malnutrición en el mundo (6), en el presente estudio se evaluó la seguridad alimentaria en hogares con menores de 18 años, lo que lo hace relevante dada la repercusión de la IA en el desarrollo de este grupo etario. La IA en los niños y menores de 18 años trae como consecuencia un menor rendimiento académico y una disminución en los perfiles que socialmente puedan desempeñar (7). La cuantificación de la IA en los hogares con menores es útil, ya que identifica a los niños con mayor riesgo de retraso en su desarrollo neurocognitivo, el peor rendimiento en lectura y lo que socialmente esto representa (7). El presente estudio es parte de un proyecto que se adelantó en el norte del Cauca y tuvo como objetivo evaluar la SA de familias en esta zona del país y los factores asociados a la IA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Municipio del estudio.** Este trabajo se realizó en un municipio rural, mayoritariamente indígena, en el departamento del Cauca, Colombia. El municipio cuenta con 84 instituciones educativas agrupadas en 12 sedes principales y 72 subsedes. El cabildo indígena regional administra el mayor número de instituciones educativas (n=50). Las demás sedes educativas son administradas por el departamento. Este fue un estudio transversal, con datos obtenidos durante la línea

basal de un estudio experimental.

**Aprobación ética.** La aprobación del estudio la hizo el Comité de Bioética en Investigación en Humanos de la Universidad de Antioquia, para evaluar, al mismo tiempo, la seguridad alimentaria y algunos componentes sociodemográficos, físicos y psicológicos de escolares. Se obtuvo el permiso de los rectores de cada colegio y el consentimiento informado del padre de familia o acudiente, en ambos casos por escrito, además del asentimiento de cada niño. El consentimiento informado incluyó los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, de la declaración de Helsinki.

**Selección de las instituciones educativas y los niños.** Se siguió un proceso multi-etápico para la selección de participantes (Figura 1). El tamaño de la muestra se realizó según los criterios por Gunaratna y colegas 2010 (8). De las 84 instituciones educativas del municipio se extendió una invitación a participar a 27 de ellos, con los siguientes criterios de inclusión: cercanía a la carretera principal, tener un espacio físico para la preparación de alimentos, contar con restaurante escolar y con al menos una preparadora de alimentos (economa), y ser beneficiario del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) en el programa de alimentación escolar (9). Trece de los centros aceptaron la invitación y se obtuvo consentimiento por escrito del rector para la participación de los mismos. Se priorizaron los niños más jóvenes de cada centro, específicamente los de grados pre-escolar, primero, segundo y tercero. A los 13 centros educativos convocados se les entregó las cartas de consentimiento informado para que los padres autorizaran voluntariamente la participación de cada uno de los niños, entre pre-escolar y tercero (n=1049). Se obtuvo consentimiento escrito de 416 escolares. Se pesaron y tallaron a 409 de estos escolares, como parte de una evaluación tamiz. De los centros y niños con datos, se decidió realizar una evaluación a mayor profundidad con 12 centros y 314 niños. El centro excluido se encontraba distante de los demás, no tenía la posibilidad de siembra de un cultivo objeto del estudio por estar ubicado a más de 2000 m.s.n.m. y los niños en los primeros grados no hablaban castellano. La selección de los niños se basó en su edad (entre 4 y 10 años) y grado escolar (entre pre-escolar y tercero de primaria). Los datos obtenidos de los escolares incluían una evaluación neuropsicológica, y la aplicación de pruebas fisi-

cas y medición de pasos mediante podometría. Además, se aplicó a los padres de los niños ( $n=302$ ) una encuesta sociodemográfica y un instrumento para evaluar su la seguridad alimentaria.

**Variables predictoras:** Las variables predictoras se definieron de la siguiente manera: Afiliación al SISBEN (0= SISBEN 0, 1 o 2 y 1= No está afiliado al SISBEN, no sabe o no responde), cultivo de maíz o frijol en su terreno (1= Sí y 2= No); cuenta con luz eléctrica, nevera, agua y televisor en su vivienda (1= Sí y 2= No); sexo del menor, objeto de la entrevista (0= Masculino y 1= Femenino), niño indígena (1= Sí y 2= No); puntaje Z del Índice de Masa Corporal (IMC) (0=  $IMC/Edad \leq -2Z$  y  $\geq -1Z$  y 1=  $IMC/Edad > -2Z$  y  $< 1z$ ), apetito del menor (1= Muy bueno, 2= Bueno, 3= Regular, 4= Malo, 5= Muy malo y 6= No sabe, no responde); edad del niño (años en el momento de la entrevista), consumo de al menos un alimento de origen animal en las últimas 2 semanas por parte del niño (0= no comió ningún alimento de origen animal en las últimas 2 semanas y 1= comió al menos un alimento en las últimas 2 semanas), distancia a la unidad de salud más cercana (1= no sabe, no responde y 2= Sí responde (unidad en tiempo)), número de personas que viven en el hogar (2 a 15) y número de personas que trabajan en el hogar (0 a 8).

**Variable de desenlace.** La variable de desenlace fue definida como Seguridad Alimentaria y se categorizó cero (0) para seguridad alimentaria y uno (1) para inseguridad alimentaria.

**Escala de seguridad alimentaria.** Para medir la SA en los hogares, se utilizó la escala de seguridad alimentaria en el hogar que Álvarez y col. (10) adaptaron y validaron en hogares urbanos y rurales de Antioquia, Colombia. Esta misma escala se utilizó en la ENSIN 2005 para evaluar la seguridad alimentaria en los hogares colombianos (3).

La escala utilizada se caracteriza por ser continua y medir el grado de IA en el hogar y no por cada miembro de la familia en particular. La escala consta de 12 ítems relacionados con la disponibilidad de dinero para la compra de alimentos, disminución de las comidas en el hogar por falta de dinero y la experiencia de hambre de algunos de los integrantes del hogar en los últimos 30 días. La respuesta afirmativa para cada uno de los ítems daba lugar a la frecuencia con la que ocurría (siempre, algunas veces o rara vez).

Puntuación en la escala (7). A la frecuencia con la

que ocurría cada ítem se le asignó un valor: siempre, 3 puntos; algunas veces, 2 puntos; rara vez, 1 punto; no, 0 puntos. Estos valores generaron para cada hogar un puntaje mínimo de 0 y máximo de 36, del que dependió su ubicación en cuatro categorías: seguros (0 puntos), inseguridad alimentaria leve (1 a 12 puntos), inseguridad alimentaria moderada (13 a 24 puntos) e inseguridad alimentaria severa (25 a 36 puntos)) (Tabla 1).

**Análisis estadístico de datos.** Los datos se digitaron en EPI INFO versión 6,04 (CDC, 2001) y se hizo una doble digitación para asegurar la calidad de los mismos. Posteriormente, se analizaron en Microsoft Excel® y Stata versión 9 (StataCorp, 2005). La variable de desenlace fue categoría de SA de las familias (seguras o inseguras), y las predictoras de SA provenían de un marco conceptual elaborado con base en literatura científica. Se realizó un análisis bivariado entre categoría de SA y cada variable predictora, y aquellas con un  $p < 0.20$ , se consideraron estadísticamente importantes y se incluyeron en una regresión logística multivariada. Aquellas con un  $p < 0.05$  se consideraron estadísticamente asociadas con SA.

## RESULTADOS

Se evaluaron 302 hogares en los que hubo por lo menos un menor de 18 años. El 44,37% de los hogares se encontraban en SA, el 41,39% en IA leve, el 12,25% en IA moderada y el 1,99% en IA severa. (Tabla 1).

El 53,97% de las familias encuestadas son indígenas, de acuerdo a la descripción étnica que cada acudiente hizo del niño objeto de esta encuesta (Tabla 2 y 3). En esta población mayoritariamente rural, el 40,07% de las personas se encuentran vinculadas al SISBEN (Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales) (11), lo que significa que han sido seleccionados e incluidos en los programas sociales por considerarlos parte de la población más vulnerable del país. Cada hogar está conformado por un promedio ( $\pm$  DE) de 6,28 ( $\pm 2,39$ ) personas y se mantienen con el ingreso de 2,05 ( $\pm 1,02$ ) de ellas. El 50,99% de los hogares cultivan maíz o frijol. El 19,21% de los hogares cuenta con luz eléctrica, el 63,25% con nevera, el 27,15% con televisor y el 17,22% con acueducto, y tan solo el 32,78% cuentan con luz eléctrica, nevera, televisor y acueducto.

TABLE 1  
Clasificación de la seguridad alimentaria en el hogar\* n=302

Puntaje en la escala	Categoría de seguridad alimentaria	n	%
0	Seguridad alimentaria	134	44,37
1 – 12	Inseguridad alimentaria leve	125	41,39
13 – 24	Inseguridad alimentaria moderada	37	12,25
25 – 36	Inseguridad alimentaria severa	6	1,99

\* A la frecuencia con la que ocurría cada ítem se le asignó un valor: No, 0 puntos siempre, 3 puntos algunas veces, 2 puntos rara vez, 1 punto. Estos valores permitieron generar un puntaje de Seguridad Alimentaria mínimo de 0 y máximo de 36, del cual dependió la ubicación del hogar en cuatro categorías (seguros, inseguridad alimentaria leve, inseguridad alimentaria moderada e inseguridad alimentaria severa).

TABLE 2  
Caracterización poblacional y de consumo alimentario n=302 (n, %)

	n	%
<b>NIÑOS</b>		
Niños indígenas	163	53.97
Buen apetito	172	57.33
Niños que consumieron el alimento por lo menos una vez en la última semana:		
Huevos	264	87.42
Carne	242	80.13
Leche	210	69.54
Pollo	183	60.60
Menudencias	128	42.38
Atún	116	38.41
Derivados lácteos	101	33.44
Pescado	78	25.83
Vísceras	66	21.85
Embutidos	62	20.53

TABLE 3  
Características sociodemográficas n=302 (X, DE)

	X	DE
<b>HOGAR</b>		
Distancia al centro de salud (tiempo en minutos)	36,87	± 36,94
Número de personas que viven en el hogar	6,28	± 2,39
Número de personas que trabajan en el hogar	2,05	± 1,28
Relación entre personas que viven en la casa y personas que trabajan	0,33	± 0,17
<b>NIÑOS</b>		
Edad en años	7,37	± 1,38
Número de días en la última semana que consumieron cualquier alimento de origen animal	5,38	± 2,15

X: Promedio

De las familias encuestadas el 44,52% tenía un menor de 18 años de sexo femenino. El 20,97% de los menores de 18 años tenían un índice de masa corporal (IMC) adecuado para la edad (12) y el 18,87% cursaba pre-escolar, el 30,79% primero, el 26,16% segundo y el 24,17% tercero.

Los niños tuvieron 7,37 años en promedio. Más de la mitad de los niños tenían buen apetito, y fueron los huevos y la carne los alimentos de origen animal que más consumían. Más del 80% de los niños se alimentaba con uno de ellos 3 ó más veces por semana, aproximadamente (datos no reportados). De las variables que se consideraron podrían influir sobre la SA, las estadísticamente significativas fueron: la relación entre las personas que viven en la casa y las que trabajan; los hogares con los 4 bienes y/o servicios y el buen apetito de los niños; sin embargo, otras más fueron incluidas en la regresión logística (Tabla 4).

## DISCUSIÓN

La IA se caracteriza principalmente por falta de dinero para la compra de alimentos, por disminución en el número de comidas o disminución en la compra de alimentos indispensables para los niños (13). En 302 familias con al menos un menor de edad, radicadas en un municipio rural en el suroccidente colombiano, se encontró que el 44,37% de los hogares estaba en seguridad

TABLA 4  
Regresión logística multivariada de factores que influyen en la inseguridad alimentaria\*

VARIABLES PREDICTORAS	COEFICIENTE	P
Relación entre personas que viven en la casa y personas que trabajan	-2,11	0,005
Hogares con los 4 bienes o servicios	-0,35	0,05
Buen apetito	0,69	0,04
Niño indígena	-0,16	0,56
Consumo del alimento por lo menos una vez en la última semana‡	-0,09	0,17
Centro educativo al que pertenece el niño	-0,04	0,23

\*La variable de desenlace, categoría de Seguridad Alimentaria en el hogar se definió así: 0 = Seguridad Alimentaria; 1 = Inseguridad alimentaria; ‡Consumo por parte del niño, de cualquiera de los 7 alimentos de origen animal (carne de res, huevo, pollo, leche, derivados lácteos, atún y pescado), por lo menos una vez en la última semana.

alimentaria y el 55,63% con inseguridad alimentaria; 41,39% con inseguridad leve, 12,25% moderada y 1,99% con inseguridad severa (Tabla 1). La prevalencia de inseguridad alimentaria en este municipio (55,63%) es superior a la reportada para hogares en Campinas, Brasil, (40,5%) (14) y Ghana (15), y casi 3 veces mayor a la reportada para los hogares estadounidenses (20,3%) (16). Sin embargo, es menor a la reportada para los hogares rurales de Caracas, Venezuela (64,0%) (15); Sao Paulo, Brasil (61,2%) (15), Burkina Faso (73,0%) y Bolivia (70,4%), y similar a la encontrada en Antioquia, Colombia (51,7%) (18), y a la reportada para hogares rurales en Colombia en el 2005 (58,6%) (3) y 2010 (57,5%) (4). La SA varía de acuerdo a múltiples factores, entre ellos la zona, el país y la comunidad donde se mida (13). Para la zona del Cauca ésta ha sido una determinante ya que la población rural es casi 3 veces mayor a la del resto del país (19). Por otra parte, se encuentra la explicación del carácter estructural de la pobreza rural, ya que es éste un impedimento para el mejoramiento y la acumulación de ingresos en los hogares rurales. Los resultados son corroborados por el evidente estancamiento que sufre el país en la generación de empleo en el campo, la estabilidad del jornal rural y el ahorro de mano de obra campesina reemplazada por maquinaria, entre otros, que ha contribuido a la estabilización de inequidad y pobreza en el campo (18).

La prevalencia de IA moderada (12,25%) fue similar al nivel nacional colombiano (11,2%) (3) y a la zona rural de un municipio de Antioquia (10,3%) (16) e inferior a la de Bolivia (43,5%) (11) y Burkina Faso

(51,5%) en zonas con más del 50% de la población rural, y superior a la reportada para Caracas (6,0%) (15) y Estados Unidos (3,5%) (14). La prevalencia de inseguridad alimentaria severa (1,99%) fue menor a la reportada para los hogares de Antioquia (16), Colombia (3); Campinas (11) y Sao Paulo, Brasil, con 3,8%, 3,6%, 6,6% y 13,0%, respectivamente.

De las 14 variables predictoras exploradas sólo 6 fueron estadísticamente importantes en el análisis bivariado con SA, y de éstas, sólo 3 fueron estadísticamente asociadas con IA en la regresión logística multivariada (Tabla 4). Primero, la IA aumenta cuando menos personas trabajan, en relación con las que viven en la casa. Este es un factor endógeno de los más relevantes para determinar la IA o SA del hogar (20), pues existe una estrecha relación entre el tamaño, la composición y la cabeza del hogar con respecto al ingreso en el hogar (4, 18). Como segundo indicador se encontró la posesión de bienes/servicios. Esto deja ver que entre menos bienes/servicios tenga un hogar, se aumenta la posibilidad de IA. Esta relación se atribuye al factor socioeconómico, principalmente relacionado con el ingreso, ya que las posesiones en el hogar son el reflejo de la condición socioeconómica de la familia (20). Es por ello que se puede concluir que cuando se tienen más bienes y se cuenta con un acceso más fácil a los servicios, existe menos riesgo de IA (21). Y finalmente, la IA se acrecienta cuando el apetito del niño disminuye, ya que todos los comportamientos relacionados con la alimentación (gustos, rechazos, etc.) son un condicionante de nivel de SA para el individuo (22). Con este estudio se hace un aporte a la búsqueda

de variables y herramientas que predigan o influyan la IA, para tomarlas como base fundamental en la toma de decisiones políticas y sociales (23). Las demás variables incluidas en el análisis multivariado no fueron estadísticamente relacionadas con la IA de los hogares encuestados.

Además de los predictores de IA antes mencionados, existen otras evidencias de la relación que la IA tiene con el bajo consumo de frutas y hortalizas, menos comida con mayor energía proveniente de hidratos de carbono, y menor consumo de fibra dietaria y nutrientes vitales. Estas inadecuadas prácticas dietarias conducen a tener mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, y por ende los hogares con IA están más expuestos a padecer de dichas enfermedades en comparación con los hogares con SA (24).

Una de las principales limitaciones en este estudio fue el carácter de conveniencia de la muestra de participantes, lo que impide generalizar los hallazgos a escala poblacional. Los resultados de este estudio tienen implicaciones para los programas gubernamentales de asistencia alimentaria, educación y nutrición en esta zona del país, así como influencia en estudios y prácticas para otras zonas rurales colombianas.

### AGRADECIMIENTOS

A Marlene Rosero por la revisión y edición del texto, a Freddy Escobar por el acompañamiento, y a las ecónomas, padres de familia, profesores y comunidad en general de los centros educativos que estuvieron vinculados al proyecto. A las asociaciones, al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Asocabilidos, alcaldía municipal y demás entes gubernamentales y no gubernamentales que acompañaron a lo largo del tiempo este proyecto. A Paola Imbachí, Sonia Pazos, Ximena Rivas, Catalina Mateus y Franciné Robles por la recolección de los datos, y al personal encargado de la recolección de otros datos no reportados. A la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional CIDA (CIDA 7034161) por la financiación de la investigación a través del proyecto AgroSalud.

### REFERENCIAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food Security in the World Economics crises – impacts and lessons learned. FAO. Roma, 2009.
2. Ramsey R., Giskes K., Turrell G. Gallegos D. Food insecurity among Australian children Potential determinants, health and developmental consequences. *J Child Health Care* 15:401-416, 2011.
3. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2005. ICBF. Bogotá D.C., 2006.
4. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2010. ICBF. Bogotá D.C., 2011.
5. Álvarez MC., Rosique J. Restrepo MT. Seguridad alimentaria en los hogares de Acandí: La disponibilidad de los alimentos como indicador de suficiencia alimentaria. *Rev Chil Nutr* 31: 3, 2004.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Food Insecurity and Malnutrition: Scope, Trends, Causes and Consequences. FAO. Washington D.C., 2010.
7. Jyoti D., Frongillo EA. y Jones S. Food insecurity affects school children's academic performance, weight gain, and social skills. *J Nutr* 135: 2831-2839, 2005.
8. Gunaratna NS., De Groote H., Nestel P., Pixley KV., McCabe GP. A meta-analysis of community based studies on quality protein maize. *Food Policy*, 35(3):202-210, 2010.
9. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar . Lineamientos técnicos- administrativos y estándares para la asistencia alimentaria al escolar – Programa de Alimentación Escolar. ICBF. Bogotá D.C., 2007.
10. Álvarez MC., Estrada A., Montoya EC. Melgar-Quiñonez H. Validación de escala de seguridad alimentaria doméstica en Antioquia, Colombia. *Salud Pública Mex*, 48: 474-481, 2006.
11. Departamento Nacional de Planeación (DNP). Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). Reforma del sistema de focalización individual del gasto social 2001. DNP. Bogotá D.C., 2001.
12. World Health Organization. AnthroPlus, version 1.0.3. [www.who.int/growthref/tools/en/](http://www.who.int/growthref/tools/en/).
13. Alvarado BE., Zunzunegui MV. Delisle H. Validación de escalas de seguridad alimentaria y de apoyo social en una población afro-colombiana: Aplicación en el estudio de prevalencia del estado nutricional en niños de 6 a 18 meses. *Cad Saúde Pública*, 21: 724-736, 2005.
14. Pérez-Escamilla R., Segall-Correa AM., Maranhã K., Archanjo Sampaio M., Marín-León L. Panigassi G. An adapted version of the U.S. Department of Agriculture food insecurity module is a valid tool for assessing household food insecurity in Campinas, Brazil. *J Nutr*, 134: 1923-1928, 2004.
15. Food and Nutrition Technical Assistance (FANTA).

- Measuring household food insecurity, workshop report. FANTA. Washington D.C.2004.
16. Stuff J., Casey P., Szeto K., Gossett J., Robbins J., Simpson P., Connell C. Bogle M. Household food insecurity is associated with adult health status. *J Nutr*,134: 2330-2335, 2004.
  17. Mercado C.Lorenzana P. Acceso y disponibilidad alimentaria familiar. Validación de instrumentos para su medición. Fundación Polar. Caracas,2002.
  18. Hackett M., Melgar-Quiñonez H., Taylor C.Álvarez Uribe MC.. Factors associated with household food security of participants of the MANA food supplement program in Colombia. *Arch Latinoamer Nutr* 60: 42-47, 2010.
  19. Pedraza D. Seguridad alimentaria familiar. *Rev Sal Púb y Nutr*, 4: 1-10, 2003.
  20. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Censo de población en Colombia [www.dane.gov.co/files/censo2005/nbi\\_censo2005.pdf](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/nbi_censo2005.pdf),
  21. Kennedy E.Peters P. Household food security and child nutrition: The interaction of income and gender of household head. *World Dev*20; 1077-1085, 1992.
  22. Garret JL.,Ruel MT. Are determinants of rural and urban food security and nutritional status different? Some insights from Mozambique. *Word Dev*,27: 1955-1975, 1999.
  23. Bégin F., Frongillo EA J.,Deslisle H. Caregiver behavior and resources influence child height-for-age in rural Chad. *J Nutr*,129: 680-686, 1999.
  24. Kendall A., Olson C.,Frongillo EA. Relationship of hunger and food insecurity to food availability and consumption. *J Am Diet Assoc*,96: 1019-1024, 1996.

Recibido: 23-06-2011

Aceptado: 14-08-2012

## COMPLETE SU COLECCION DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. **ALAN.**



Apreciado suscriptor:

Ofrecemos la oportunidad de completar su colección de ALAN a precios reducidos

Escribanos indicando los ejemplares (Volumen y Número) faltantes en su colección a:

### OFICINA EDITORIAL

**Apartado 62778**

Chacao

**Fax:** (58-212) 286.0061

Caracas 1060

Venezuela

**email:** [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org)

Usted recibirá confirmación de disponibilidad y una cotización de precios

## Patrón de consumo alimentario en una muestra de adultos con Enfermedad Colelitiasica (EC).

*Agustina Bertola Compagnucci, Herman A Perroud, Roberto Villavicencio, Alfredo Brasca, Daniel Berli, Stella M Pezzotto.*

Instituto de Inmunología, Facultad Ciencias Médicas y Consejo de Investigaciones. Universidad Nacional de Rosario, Argentina. CONICET, Argentina. Fundación Dr. JR Villavicencio, Rosario, Argentina.

**RESUMEN.** En un estudio realizado en una muestra aleatoria de adultos de Rosario se encontró una tasa de prevalencia de Enfermedad Colelitiasica (EC) del 20,5%. Con el objetivo de determinar el patrón de consumo alimentario de estas personas y compararlo con las Raciones Dietéticas Recomendadas (RDA) se entrevistaron 44 de dichas personas con EC. Se les realizó una encuesta sobre hábitos alimentarios 5 años previos al diagnóstico, empleando un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo (FFQ) y un Atlas fotográfico de porciones estandarizadas. Se calcularon los promedios ( $\pm$  desvío estándar) de la edad, del Índice de Masa Corporal (IMC), del consumo de cada nutriente y de la energía total consumida (Kilocalorías). La significación estadística de las diferencias entre sexos se evaluó aplicando pruebas t de student. La edad de las personas estudiadas (18 varones y 26 mujeres) fue 63,8 $\pm$ 13,8 años y el IMC fue 28,2 $\pm$ 5,8. Consumos promedio diarios: Kcalorías 2941 $\pm$ 791,1 ; Carbohidratos 295,3 $\pm$ 96,9 g; Proteínas 131,6 $\pm$ 36,8 g; Grasa 128,9 $\pm$  43 g; Ácidos grasos saturados 41,9 $\pm$ 18,6 g; Ácidos grasos poliinsaturados 13,8 $\pm$ 8,7 g; Colesterol 455,4 $\pm$ 186,8 mg; Sodio 2730 $\pm$ 1552,1 mg; Potasio 2912,8 $\pm$ 1001,4 mg; Calcio 719,3 $\pm$ 403,3 mg; Hierro 16 $\pm$ 4,6 mg; Fósforo 801,6 $\pm$ 320,3 mg; Vitamina A 3121,7 $\pm$ 1811,9 mcg; Vitamina B1 0,80 $\pm$ 0,30 mg; Vitamina B2 1,9 $\pm$ 0,8 mg; Vitamina C 157,6 $\pm$ 114,1 mg; Niacina 6,9 $\pm$ 2,7 mg; Fibra total 12 $\pm$  5,3 g; Café 70,7 $\pm$ 104,3 cc. Se concluye que el patrón alimentario de las personas con EC se caracterizó por un alto consumo de Grasas, Ácidos grasos saturados y Colesterol, no alcanzando las recomendaciones para Carbohidratos, Calcio, Niacina y Fibra.

**Palabras clave:** Enfermedad colelitiasica, alimentación, grasas, colesterol, fibra.

**SUMMARY. Food intake pattern in a sample of adults with Gallbladder Disease (GD).** In Rosario, Argentina, a 20,5% prevalence rate of Gallbladder Disease (GD) was found in a random sample of adults. The aim of this study was to determine the food consumption pattern of subjects with GD nested in that sample for further comparison with the Recommended Dietary Allowances (RDA). Forty-four subjects were interviewed about the food consumption during the five years before their diagnosis, by applying a semi-quantitative food frequency questionnaire (FFQ) and a photographic atlas of standardized portions. Age, body mass index (BMI), all consumed nutrients, and total energy intake (kilocalories) were reported as Mean  $\pm$  standard deviation. Comparisons according to sex (18 males and 26 females) revealed no significant differences in the variables under analysis. Age and BMI in the overall sample were as follows 63.8 $\pm$ 13.8 years and 28.2 $\pm$ 5.8, respectively. Mean daily consumption of nutrients was as follows: Carbohydrates 295.3 $\pm$ 96.9 g, Protein 131.6 $\pm$ 36.8 g, Fat 128.9 $\pm$ 43 g, Saturated fatty acids 41.9 $\pm$ 18.6 g, Polyunsaturated fatty acids 13.8 $\pm$ 8.7 g, Cholesterol 455.4 $\pm$ 186.8 mg, Sodium 2730 $\pm$ 1552.1 mg, Potassium 2912.8 $\pm$ 1001.4 mg, Calcium 719.3 $\pm$ 403.3 mg, Iron 16 $\pm$ 4.6 mg, Phosphorus 801.6 $\pm$ 320.3 mg, Vitamin A 3121.7 $\pm$ 1811.9 mcg, Vitamin B1 0.80 $\pm$ 0.30 mg, Vitamin B2 1.9 $\pm$ 0.8 mg, Vitamin C 157.6 $\pm$ 114.1 mg, Niacin 6.9 $\pm$ 2.7 mg, Fiber 5.3 $\pm$ 12 g, Coffee 70.7 $\pm$ 104.3 cc (total energy intake 2941 $\pm$ 791.1 Kcal). Subjects with GD have a history of higher intake of fat, saturated fatty acids and cholesterol with consumption of carbohydrates, calcium, niacin and fiber below the recommended quantities.

**Key words:** Gallbladder disease, diet, fat, cholesterol, fiber.

### INTRODUCCIÓN

La enfermedad colelitiasica (EC) se refiere a la formación de cálculos en la vesícula o vías biliares, generalmente están constituidos por cristales de

colesterol, aunque pueden ser de otras sustancias (1).

En un estudio previo, se determinó la prevalencia de EC en una muestra aleatoria de 1173 personas de la población adulta de la ciudad de Rosario. En dicho estudio se diagnosticó EC (definida como presencia

de litiasis vesicular o de colecistectomía previa) en 238 personas (20,5%) y se evaluaron potenciales factores de riesgo. Se realizó, también, la comparación de las tasas de prevalencia obtenidas en los descendientes de europeos que habitan en nuestro medio con las reportadas en estudios similares realizados en sus respectivos países de origen. Las personas descendientes de italianos y españoles presentaron, en todos los rangos etáreos, cifras de prevalencia superiores a las encontradas en estudios similares realizados en Italia y España. Estas diferencias podrían deberse a factores medioambientales, ya que el origen genético de estos descendientes sería el mismo que el de aquellos que permanecieron en sus países de origen (2). Existen diferencias en la prevalencia de EC en función de las áreas geográficas, las que en algunos casos son de gran magnitud. Esto podría atribuirse a diferencias raciales (3), lo cual reflejaría distintas composiciones genéticas, pero también podría deberse a factores ambientales, entre ellos la alimentación.

No es clara aún, la asociación entre la EC y la alimentación, ya que no se ha dilucidado completamente cuáles son los alimentos o nutrientes que podrían estar implicados en el desarrollo de los cálculos. A pesar de esto, algunos estudios han arrojado ciertos resultados sobre tendencias de consumo alimentario y riesgo de padecer EC. La prevalencia de esta patología en personas vegetarianas es baja. En un estudio epidemiológico realizado en Alemania se encontró que ninguno de los participantes vegetarianos presentaba EC (4). Varios estudios han encontrado que una dieta rica en grasas animales y azúcares refinadas y pobre en grasas vegetales y fibra aumenta el riesgo de EC (5) y por el contrario una alimentación con abundante aporte de fibra, proteínas vegetales, nueces, vitamina C sumada a la realización de actividad física habitual ejercerían un rol protector. Trabajos recientes mostraron además que en mujeres con dietas ricas en proteínas vegetales y frutas el riesgo de colecistectomía disminuye (6). En una revisión sobre la asociación entre la alimentación y la EC los hallazgos resultan contradictorios en los diferentes estudios respecto de la ingesta de colesterol. Lo mismo sucede con el consumo de las grasas, ya que es desconocido aún el efecto de la ingesta de diferentes ácidos grasos en el riesgo de desarrollar cálculos biliares. Las influencias de otros factores alimentarios tampoco han sido concluyentes, por lo que los autores de dicho trabajo enfatizan sobre la necesidad de que se re-

alicen nuevas investigaciones para clarificar su relevancia en la patogénesis de la EC (7).

El objetivo de este estudio fue determinar el patrón de consumo alimentario de individuos con EC y compararlo con las Raciones Dietéticas Recomendadas (RDA). Para ello, se localizaron y encuestaron -después de un promedio de 15 años- a 44 de las personas diagnosticadas con EC en el estudio previo.

En ambos casos, los proyectos fueron revisados y aprobados por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario y se obtuvo el consentimiento informado de todos los concurrentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo observacional. Primeramente se revisó la información recolectada en el primer trabajo (2) para localizar a los pacientes y averiguar el nuevo domicilio en el caso de que fuera necesario. Se realizó un primer contacto telefónico para acordar fecha y hora de la entrevista en el domicilio de los participantes. A cada uno se le realizó una entrevista personal y presencial sobre hábitos alimentarios utilizando un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ) que ha sido validado por un grupo de investigadores argentinos (8). Además, para determinar el tamaño de las raciones consumidas de cada alimento, se empleó un Atlas fotográfico de porciones previamente estandarizadas, desarrollado por el mismo grupo de trabajo (9). El FFQ es el método más apropiado para la obtención de información sobre alimentación en estudios epidemiológicos, ya que provee estimaciones válidas y confiables de la dieta habitual en variadas poblaciones (10).

Para cada alimento se consignó la frecuencia y la cantidad de consumo haciendo énfasis en los años previos al diagnóstico. Las cantidades reportadas se convirtieron a consumo diario, y posteriormente se multiplicó por el gramaje de las porciones estandarizadas para cada alimento del FFQ informadas por el encuestado, calculando así el consumo diario de cada alimento. Posteriormente se computó el contenido de cada nutriente a través de tablas de composición química de alimentos (11). Así se obtuvo la cantidad de macronutrientes - Grasas totales (GT), Ácidos Grasos Saturados (AGS), Ácidos Grasos Poli-insaturados (AGPI), Proteínas y Carbohidratos - y micronutrientes

- Colesterol (COL), Vitaminas y minerales -. A través del consumo de macronutrientes se obtuvo la energía total consumida en Kilocalorías (Kcal). Se calcularon los promedios  $\pm$  desvío estándar de cada nutriente consumido, así como de la energía. Los mismos fueron comparados con las Recomendaciones Nutricionales Nacionales basadas en las Recomendaciones Nutricionales (RDA) del National Research Council (1989) y con su actualización de las ingestas de referencia (1998) (12).

Mediante una anamnesis se recolectaron además la edad, la talla y el peso de cada participante. Se calculó el Índice de masa corporal (IMC) en kilogramos por metro cuadrado, definiéndose como sobrepeso un IMC entre 25 y 30 y como obesidad un IMC mayor de 30.

La significación estadística de las diferencias entre promedios se evaluó aplicando pruebas t de student, considerando significativas aquellas con valores de p inferiores a 0,05.

TABLA 1  
Consumo diario de cada nutriente, según sexo.

	Sexo	Media $\pm$ Desvío estándar	p
Calorías, Kcal	Masculino	3043,8 $\pm$ 491,0	0,521
	Femenino	2882,2 $\pm$ 923,5	
	Total	2941,0 $\pm$ 791,1	
Grasas, g	Masculino	137,3 $\pm$ 31,6	0,332
	Femenino	124,0 $\pm$ 48,1	
	Total	128,9 $\pm$ 43	
Ácidos Grasos Saturados, g	Masculino	46,3 $\pm$ 15,9	0,239
	Femenino	39,4 $\pm$ 19,7	
	Total	41,9 $\pm$ 18,6	
Ácidos Grasos Poli-insaturados, g	Masculino	13,7 $\pm$ 6,6	0,987
	Femenino	13,8 $\pm$ 9,8	
	Total	13,8 $\pm$ 8,7	
Colesterol, mg	Masculino	519,8 $\pm$ 136,2	0,084
	Femenino	418,5 $\pm$ 203,4	
	Total	455,4 $\pm$ 186,8	
Proteínas, g	Masculino	147,2 $\pm$ 28,0	0,031*
	Femenino	122,6 $\pm$ 38,5	
	Total	131,6 $\pm$ 36,8	
Carbohidratos, g	Masculino	269,3 $\pm$ 71,6	0,184
	Femenino	310,0 $\pm$ 107,2	
	Total	295,3 $\pm$ 96,9	

\*Diferencia estadísticamente significativa.

## RESULTADOS

En el estudio se incluyeron 44 personas con EC; 18 varones y 26 mujeres. La edad promedio general fue de 63,8  $\pm$  13,8 años, sin diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,453$ ) entre los varones (65,9  $\pm$  9,7 años) y las mujeres (62,6  $\pm$  15,7 años). El IMC promedio para el grupo total fue de 28,2  $\pm$  5,8, no encontrándose diferencia significativa ( $p=0,969$ ) entre hombres (28,2  $\pm$  3,3) y mujeres (28,1  $\pm$  6,9). En referencia a la distribución de las personas estudiadas según sexo e IMC (Figura 1), mientras que las mujeres presentaron mayores valores en la categoría Normal (42,9%), seguida de Obesidad (35,7%) y por último de Sobrepeso (21,4%), entre los hombres la categoría de mayor concentración de datos fue el sobrepeso (50%) e iguales valores presentaron las categorías Normal y Obesidad. Sin embargo, la asociación entre sexo e IMC no resultó estadísticamente significativa ( $p=0,144$ ).

La Tabla 1 muestra el consumo promedio de cada nutriente estudiado. Sólo el consumo medio de proteínas resultó significativamente diferente entre los participantes de sexo masculino y femenino ( $p=0,031$ ).

Analizando el porcentaje calórico aportado por cada macronutriente al valor calórico total (VCT), las proteínas representaron el 18%, los carbohidratos el 41% y las grasas el 41% restante. Comparando los resultados obtenidos en la muestra con las recomendaciones, puede observarse que el aporte graso las superó en más del 10% y por ende el aporte de carbohidratos fue más bajo que lo recomendado (Tabla 2).

TABLA 2 Consumo de macronutrientes de la muestra comparado con las RDA.		
	Muestra	RDA
Proteínas	18%	10-20%
Carbohidratos	41%	45-60%
Lípidos	41%	25-30%

Si bien el consumo de grasas de las personas estudiadas en la muestra ha sido ampliamente superior a las RDA, no sucedió lo mismo con el consumo de ácidos grasos

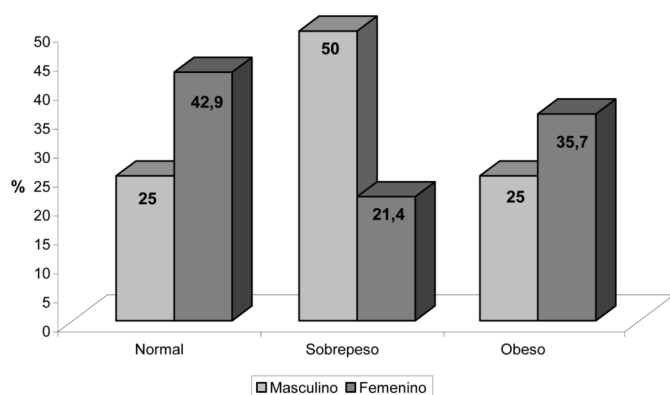


FIGURA 1

Distribución de las personas estudiadas según sexo e IMC (Kg/m<sup>2</sup>)

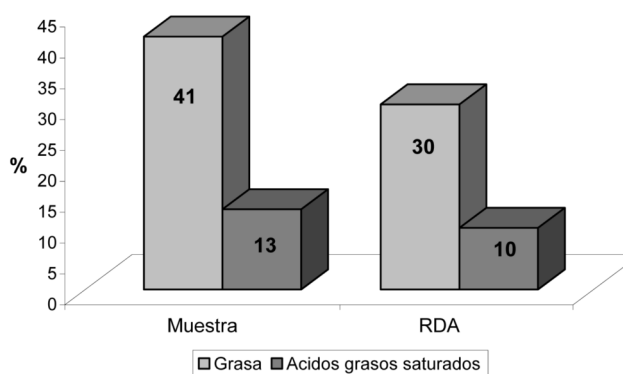


FIGURA 2

Comparación entre los porcentajes de grasa y ácidos grasos saturados consumidos en promedio por las personas entrevistadas y las RDA.

TABLA 3

Comparación del consumo calórico y macronutrientes entre personas con IMC (Kg/m<sup>2</sup>) adecuado y aquellos con sobrepeso u obesidad.

Consumo	IMC	Media ± Desvío estándar	p
Calorías Totales, Kilocalorías	Normal	2706,2 ± 816,7	0,138
	Sobrepeso u obesidad	3075,2 ± 758,2	
	Total	2941,0 ± 791,1	
Grasas, g	Normal	115,1 ± 33,5	0,108
	Sobrepeso u obesidad	136,8 ± 46,3	
	Total	128,8 ± 42,9	
Ácidos Grasos Saturados, g	Normal	35,5 ± 13,3	0,085
	Sobrepeso u obesidad	45,6 ± 20,3	
	Total	41,9 ± 18,6	
Ácidos Grasos Poliinsaturados, g	Normal	10,2 ± 3,4	0,040*
	Sobrepeso u obesidad	15,8 ± 10,2	
	Total	13,8 ± 8,7	
Colesterol, mg	Normal	445,5 ± 210,4	0,794
	Sobrepeso u obesidad	461,1 ± 175,8	
	Total	455,4 ± 186,8	
Proteínas, g	Normal	127,0 ± 40,6	0,535
	Sobrepeso u obesidad	134,2 ± 34,8	
	Total	131,6 ± 36,8	
Hidratos de Carbono, g	Normal	279,5 ± 118,6	0,422
	Sobrepeso u obesidad	304,3 ± 83,2	
	Total	295,3 ± 96,9	

IMC= Índice de masa corporal. \*Diferencia estadísticamente significativa.

saturados (13% del VCT), que si bien ha resultado mayor, no lo ha sido por un amplio margen. En este caso, los hombres y las mujeres fueron analizados conjuntamente, ya que tal como se muestra en la Tabla 1, no se encontraron diferencias significativas según sexo en el consumo medio de dichos nutrientes (Figura 2).

El consumo diario promedio de colesterol fue 455,4 mg, superando en más del 50% las recomendaciones, las que sugieren un aporte menor a los 300 mg/día.

La Tabla 3 muestra la diferencia de consumo calórico, de macronutrientes y de los diversos ácidos grasos según el IMC. También en este caso ambos sexos se analizaron conjuntamente, ya que tal como se muestra en la Tabla 1 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre varones y mujeres. Únicamente para el consumo promedio diario de ácidos grasos poliinsaturados se encontró diferencia significativa (p=0,04) entre las personas con peso normal y aquellas con sobrepeso u obesidad.

La fibra consumida en promedio fue de 11,9 g /día, valores muy inferiores a los recomendados (25 a 30 g/día).

TABLA 4  
Consumo diario de vitaminas y minerales en relación con las RDA.

Micronutrientes	Consumo promedio de la muestra	RDA	% de RDA cubierto por la muestra	
Minerales	Sodio, mg	2730,4	1500	182 %
	Calcio, mg	719,3	1000	72 %
	Hierro, mg	16	8-18	89 % - 200 %
	Potasio, mg	2912,8	2000	146%
	Fósforo, mg	801,6	700	115%
Vitaminas	Vitamina A, µg	3121,7	700 - 900	347 % - 446 %
	Vitamina B1, mg	0,8	1,1 - 1,2	67 % - 73 %
	Vitamina B2, mg	1,9	1,1 - 1,3	146 % - 173 %
	Vitamina C, mg	157,6	75 - 90	175 % - 210 %
	Niacina, mg	6,9	14 - 16	43 % - 49 %

La Tabla 4 muestra el consumo promedio de vitaminas y minerales de las personas estudiadas y las RDA para la población adulta. Con respecto al consumo de minerales, la ingesta promedio de sodio se encontró cercana a lo recomendado, lo mismo sucedió con el fósforo y el hierro. El mineral cuyo consumo promedio no alcanzó las recomendaciones fue el calcio. Analizando la ingesta de vitaminas, el consumo promedio de vitamina B1 y B2 se encontró cercano a lo recomendado. Para las vitaminas A y la C se superaron ampliamente las recomendaciones. En cambio el aporte promedio de Niacina fue menor al 50% de lo recomendado.

Respecto del café, el consumo promedio diario fue de 70,7 cc, sin diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ( $p=0,275$ ) ni entre personas con peso normal, sobrepeso u obesidad ( $p=0,476$ ).

## DISCUSIÓN

Si bien muchos casos de EC son asintomáticos, la manifestación clínica más común de esta patología es el cólico biliar. También pueden presentarse serias complicaciones como la colangitis, la pancreatitis y la obstrucción del conducto biliar, las que prolongadas en el tiempo podrían contribuir en el desarrollo de cáncer de vesícula biliar (1).

La evidencia sobre la relación entre la alimentación y la formación de cálculos biliares es hasta el momento un tanto contradictoria. A pesar de ello, ésta

puede ser considerada como un factor de riesgo de EC potencialmente modificable. La alta prevalencia de EC en países occidentales en comparación con los países orientales sugiere que la dieta podría jugar un rol importante en su génesis como factor externo (13), ya que hay diferencias entre los mismos en cuanto al consumo calórico total, de lípidos, y de proteínas animales (14). Se ha reportado además que una dieta vegetariana se asocia con menor riesgo de padecer EC (4) y que la alimentación rica en fibras y proteínas vegetales actuaría como factor protector ante el riesgo de desarrollar esta patología (22).

El efecto del consumo a largo plazo de las clases específicas y diferentes de ácidos grasos saturados sobre el riesgo de cálculos biliares en los seres humanos es aún desconocido, aunque se sugiere que un mayor consumo de ácidos grasos saturados de cadena larga podría aumentar el riesgo de la enfermedad de EC en los hombres (15). Otro trabajo sugiere que la asociación es más fuerte en hombres que en mujeres (5).

El consumo de azúcares simples y de grasa saturada se ha encontrado fuertemente asociado a un riesgo elevado de litiasis biliar (16, 17). A nivel de los alimentos, los productos ricos en azúcares y productos de pastelería han sido asociados a la EC (18) pero la evidencia aún es algo contradictoria (19). El alto consumo de carbohidratos refinados asociado a un bajo consumo de fibra incrementaría el riesgo de desarrollar EC. La fibra insoluble protegería contra EC acelerando el tránsito intestinal y reduciendo la

generación de ácidos biliares secundarios, como el desoxicólico, que han sido asociados a la saturación de la bilis (15).

No hay aun evidencia suficiente que sostenga una relación entre la EC y el consumo de vitaminas y minerales, tales como magnesio, hierro, potasio y fosfato. Sin embargo se ha encontrado un muy bajo consumo de ácido fólico, magnesio y vitamina C en mujeres con EC (20). Además, algunos trabajos recientes sugieren que el consumo regular de suplementos de vitamina C reduciría el riesgo de desarrollar esta patología (21).

Una ingesta moderada de alcohol protegería contra la EC, posiblemente porque reduciría la saturación de colesterol en la bilis y produciría un descenso de las HDL plasmáticas (22).

Respecto del consumo de café los hallazgos de estudios epidemiológicos son inconsistentes. Mientras que algunos han arribado a una asociación positiva con el riesgo de desarrollar EC, para otros el café ejercería un rol protector (22). Se ha encontrado que el café afecta a varios procesos hepatobiliares involucrados en litogénesis del colesterol (23). Su consumo se asoció a menor riesgo de litiasis biliar sintomática en los mujeres (22) y en hombres (24). Esto sugiere que la cafeína produciría la relajación del conducto cístico y así evitaría los síntomas. Por otro lado, un estudio asoció el alto consumo de café a otros factores alimentarios que en conjunto aumentarían los riesgos de desarrollar EC en hombres (25).

Los beneficios protectores del consumo frecuente de frutos secos sobre la EC se han observado en ambos sexos (22). El consumo de frutos secos a largo plazo está relacionada con un peso corporal más bajo y menor riesgo de obesidad y de aumento de peso. Varios estudios han coincidido en mostrar una asociación entre el consumo de frutos secos y un menor riesgo de enfermedad cardíaca coronaria y diabetes mellitus aunque la evidencia sobre sus efectos anticancerígenos es un tanto limitada (26). En un estudio de cohortes se concluyó que los hombres que consumían habitualmente frutos secos (más de 5 veces por semana) tenían significativamente menos riesgo de padecer EC respecto de aquellos que no los consumían o lo hacían en cantidades inferiores. Asimismo, el consumo de frutos secos se asoció con una menor ingesta de grasas saturadas y grasa trans, y un mayor consumo de fibra y grasas poli y mono-insaturadas (25). Otros factores protectores serían las dietas ricas en fibra, proteínas

vegetales, nueces, vitamina C y la realización de actividad física habitual (22).

Con respecto al consumo de energía, se ha reportado que el excesivo consumo de calorías sería un factor de riesgo primario en la formación de cálculos, ya que contribuye a la obesidad y a su vez está incrementaría la síntesis y el flujo de colesterol en el hígado. Se cree además que la hiperinsulinemia e insulinoresistencia, características ciertas personas obesas, podrían cumplir un rol en el desarrollo de los cálculos. Se ha encontrado, además, un alto riesgo de coleditiasis en mujeres obesas en comparación con mujeres eutróficas (14). Los descensos rápidos de peso, también actuarían como factores de riesgo de la EC (22).

Otros estudios mostraron que un alto IMC, como el que exhiben gran parte de los individuos de nuestra muestra, podría estar relacionado con la formación de litios vesiculares, que podrían ser causados por una alta proporción de tejido adiposo, que participaría en el mecanismo de la resistencia a la insulina (5). El rol de la obesidad en el desarrollo de EC debería ser enfatizado, ya que se conoce que el desbalance energético causado por una inadecuada alimentación conlleva a una excesiva ganancia de peso.

Nuestros resultados indican que las personas con EC tienen una dieta rica en grasas, ácidos grasos saturados y colesterol, pobre en fibra y carbohidratos y con su alimentación no cubren las recomendaciones de calcio y niacina. Es importante destacar que el 87% de estas personas desconocían su enfermedad al momento de haber sido invitados a participar en nuestro primer estudio, ya que eran portadores asintomáticos de litiasis vesicular. Por este motivo, es de esperar que su dieta habitual no hubiera sufrido en ese momento modificaciones debido a la presencia de síntomas.

El riesgo de EC puede ser reducido al alterar el consumo de componentes específicos de la alimentación, que si bien no están totalmente identificados, se pueden agrupar en recomendaciones generales no específicas que podrían ayudar a reducir el riesgo de EC per se. Entre estas sugerencias se incluirían incrementar el consumo de fibra vegetal, proteínas vegetales, frutas, verduras y granos, minimizar el consumo de grasas, azúcares refinados, proteínas animales y moderar el consumo de alcohol. En general una dieta saludable promovería la reducción del riesgo no solamente para EC, sino para muchas otras enfermedades.

Es de esperar que en un futuro cercano, el nuevo

conocimiento de los mecanismos genéticos encargados de regular el metabolismo y eliminación hepática de colesterol y otros nutrientes, así como el estudio de la interacción moduladora entre los macro y micro nutrientes de la dieta y los receptores celulares aún no conocidos, abran un nuevo camino para una mejor comprensión del papel que ejerce la alimentación en la génesis de EC.

## REFERENCIAS

1. Brunicardi FC. Vesícula biliar y sistema biliar extrahepático. Schwartz: Principios de cirugía. 8° Ed: McGraw-Hill; 2006.
2. Brasca AP, Pezzotto SM, Berli D, Villavicencio R, Fay O, Gianguzzo MP, et al. Epidemiology of gallstone disease in Argentina: prevalences in the general population and European descendants. *Dig Dis Sci*. 2000;45(12):2392-8. Epub 2001/03/22.
3. Everhart JE, Khare M, Hill M, Maurer KR. Prevalence and ethnic differences in gallbladder disease in the United States. *Gastroenterology*. 1999;117(3):632-9. Epub 1999/08/28.
4. Kratzer W, Kachele V, Mason RA, Muche R, Hay B, Wiesneth M, et al. Gallstone prevalence in relation to smoking, alcohol, coffee consumption, and nutrition. The Ulm Gallstone Study. *Scand J Gastroenterol*. 1997;32(9):953-8. Epub 1997/09/23.
5. Misciagna G, Centonze S, Leoci C, Guerra V, Cisterino AM, Ceo R, et al. Diet, physical activity, and gallstones--a population-based, case-control study in southern Italy. *Am J Clin Nutr*. 1999;69(1):120-6. Epub 1999/01/30.
6. Tsai CJ, Leitzmann MF, Willett WC, Giovannucci EL. Fruit and vegetable consumption and risk of cholecystectomy in women. *Am J Med*. 2006;119(9):760-7. Epub 2006/09/02.
7. Hayes KC, Livingston A, Trautwein EA. Dietary impact on biliary lipids and gallstones. *Annu Rev Nutr*. 1992;12:299-326. Epub 1992/01/01.
8. Navarro A, Osella AR, Guerra V, Munoz SE, Lantieri MJ, Eynard AR. Reproducibility and validity of a food-frequency questionnaire in assessing dietary intakes and food habits in epidemiological cancer studies in Argentina. *J Exp Clin Cancer Res*. 2001;20(3):365-70. Epub 2001/11/23.
9. Navarro A, Cristaldo PE, Diaz MP, Eynard AR. Food photography atlas: its suitability for quantifying food and nutrient consumption in nutritional epidemiological research in Cordoba, Argentina. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Córdoba*. 2000;57(1):67-74. Epub 2001/02/24.
10. Willet W. *Nutritional Epidemiology*. Second Edition ed. New York, USA: Oxford University Press; 1998 1998. 514 p.
11. Argenfoods. *Tablas de Composición Química de los Alimentos*. <http://www.unlu.edu.ar/~argenfoods/>: Universidad Nacional de Lujan- FAO; 2004.
12. Lema S, Lopresti A. *Guías alimentarias para la población Argentina*. Segunda ed. Lema S, editor. Buenos Aires, Argentina: AADYND - Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas; 2006. 140 p.
13. Merra G, Dal Lago A, Roccarina D, Santoro MC, Gasbarrini G, Ghirlanda G, et al. Cholelithiasis: state of the art. *Minerva Dietol Gastroenterol*. 2009;55(4):385-93. Epub 2009/11/28.
14. Tsai CJ, Leitzmann MF, Willett WC, Giovannucci EL. Macronutrients and insulin resistance in cholesterol gallstone disease. *Am J Gastroenterol*. 2008;103(11):2932-9. Epub 2008/10/16.
15. Tsai CJ, Leitzmann MF, Willett WC, Giovannucci EL. Long-chain saturated fatty acids consumption and risk of gallstone disease among men. *Ann Surg*. 2008;247(1):95-103. Epub 2007/12/25.
16. Misciagna G, Guerra V, Di Leo A, Correale M, Trevisan M. Insulin and gall stones: a population case control study in southern Italy. *Gut*. 2000;47(1):144-7. Epub 2000/06/22.
17. Tsai CJ, Leitzmann MF, Willett WC, Giovannucci EL. Dietary protein and the risk of cholecystectomy in a cohort of US women: the Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol*. 2004;160(1):11-8. Epub 2004/07/02.
18. Ortega RM, Fernandez-Azuela M, Encinas-Sotillos A, Andres P, Lopez-Sobaler AM. Differences in diet and food habits between patients with gallstones and controls. *J Am Coll Nutr*. 1997;16(1):88-95. Epub 1997/02/01.
19. Moerman CJ, Smeets FW, Kromhout D. Dietary risk factors for clinically diagnosed gallstones in middle-aged men. A 25-year follow-up study (the Zutphen Study). *Ann Epidemiol*. 1994;4(3):248-54. Epub 1994/05/01.
20. Tseng M, Everhart JE, Sandler RS. Dietary intake and gallbladder disease: a review. *Public Health Nutr*. 1999;2(2):161-72. Epub 1999/08/14.
21. Walcher T, Haenle MM, Kron M, Hay B, Mason RA, Walcher D, et al. Vitamin C supplement use may protect against gallstones: an observational study on a randomly selected population. *BMC Gastroenterol*. 2009;9:74. Epub 2009/10/10.
22. Shaffer EA. Gallstone disease: Epidemiology of gallbladder stone disease. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2006;20(6):981-96. Epub 2006/11/28.
23. Leitzmann MF, Stampfer MJ, Willett WC, Spiegelman

- D, Colditz GA, Giovannucci EL. Coffee intake is associated with lower risk of symptomatic gallstone disease in women. *Gastroenterology*. 2002;123(6):1823-30. Epub 2002/11/28.
24. Ruhl CE, Everhart JE. Association of coffee consumption with gallbladder disease. *Am J Epidemiol*. 2000;152(11):1034-8. Epub 2000/12/16.
25. Tsai CJ, Leitzmann MF, Hu FB, Willett WC, Giovannucci EL. A prospective cohort study of nut consumption and the risk of gallstone disease in men. *Am J Epidemiol*. 2004;160(10):961-8. Epub 2004/11/04.
26. Sabate J, Ang Y. Nuts and health outcomes: new epidemiologic evidence. *American J Clin Nutr*. 2009;89(5):1643S-8S. Epub 2009/03/27.

Recibido: 15-12-2011

Aceptado: 02-08-2012

---

## COMPLETE YOUR ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. ALAN. COLLECTION



Dear subscriber:

We are offering the opportunity to complete your ALAN collection at *discounted* prices

Just inform us of your missing issues (Volume and Number) by writing to

### EDITORIAL OFFICE

**Apartado 62778**

Chacao

**Fax:** (58-212) 286.0061

Caracas 1060

Venezuela

**email:** [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org)

You will receive availability confirmation and a price quotation

---

## Estimation of glycaemic index of peach palm (*Bactris gasipaes*) cooked fruits and chips, and pitahaya (*Hylocereus spp.*) pulp

*Gin Jiménez, Georgina Gómez, Ana M. Pérez, Adriana Blanco-Metzler*

Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). Universidad de Costa Rica. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). San José, Costa Rica

**SUMMARY.** The glycaemic index (GI) is a physiological measure of a food's potential to increase postprandial blood glucose, as compared to the effect produced by food taken as reference, such as glucose or white bread. Currently researchers and consumers are interested in low GI foods, since their consumption is associated with better weight control and reduced risk of incidence of chronic diseases, like diabetes. In the present study, the GI value for peach palm cooked fruit, peach palm chips and pitahaya pulp was estimated. The methodology established by the FAO / WHO for determining the GI of food was used. A total of 12 healthy, non-smoking volunteers were selected and they ingested the fore mentioned foods on different occasions, in 25 g portions of available carbohydrates, after 12-14h overnight fast. Blood glucose levels were measured in 30 min intervals up to 120 min after ingestion. Average GI value was  $48 \pm 11$  for the pitahaya pulp and  $35 \pm 6$  for the peach palm cooked fruit, which may be classified as low glycaemic index foods. The GI of peach palm chips was  $60 \pm 7$ , corresponding to a food with a moderate GI. The processing for producing the chips caused an increase in the GI value when compared to the cooked fruit, probably because the stages of milling, moulding and baking promote availability of starch during hydrolysis by the digestive enzymes.

**Key words:** Glycaemic index, peach palm, pitahaya, blood glucose, functional foods

**RESUMEN. Estimación del índice glicémico del fruto cocido y de chips de pejibaye (*Bactris gasipaes*) y de la pulpa de pitahaya (*Hylocereus spp.*).** El índice glicémico (GI) es una medida fisiológica del potencial de un alimento para incrementar la glucosa sanguínea, en comparación con el efecto producido por un alimento de referencia, tal como la glucosa o el pan blanco. Los investigadores y consumidores tienen interés en los alimentos de bajo GI, dado que su consumo está asociado con un mejor control del peso corporal y una reducción del riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes. En el presente estudio se determinó el valor de GI del fruto cocido de pejibaye, de los chips horneados de pejibaye y de la pulpa de pitahaya. Se seleccionaron 12 voluntarios, aparentemente sanos, no fumadores, los cuales consumieron los alimentos evaluados y el alimento de referencia (pan blanco), en una porción que contuviera 25 g de carbohidratos disponibles, después de un período de ayuno de 12-14 h. Los niveles de glucosa en sangre fueron medidos en intervalos de 30 min hasta 120 min después de la ingesta. Se obtuvo un valor promedio de GI de  $48 \pm 11$  para la pitahaya y de  $35 \pm 6$  para el pejibaye cocido, los cuales pueden ser clasificados como alimentos de bajo índice glicémico. El valor de GI de los chips de pejibaye fue de  $60 \pm 7$ , lo que corresponde a un alimento de GI moderado. Se encontró que el procesamiento para la obtención de los chips produjo un aumento en el valor del GI, en comparación con el obtenido para la fruta cocida, probablemente debido a que las etapas de molienda, moldeo y horneado favorecen la disponibilidad del almidón para su hidrólisis por parte de las enzimas digestivas.

**Palabras clave:** Índice glicémico, pejibaye pitahaya, glucosa sanguínea, alimentos funcionales.

### INTRODUCTION

The glycaemic index (GI) is a concept that was introduced in 1981 by Jenkins et al. in order to quantify the glycaemic response to carbohydrates in different foods (1). Recent studies show that consumption of high GI foods is associated with a greater risk of type 2 diabetes mellitus (2), cardiovascular disease (3), and certain cancers

(4). In contrast, the inclusion of low GI foods in a diet can help control blood glucose (5). Low GI foods, by virtue of the slow digestion and absorption of their carbohydrates, produce a more gradual rise in blood sugar and insulin levels, and are increasingly associated with health benefits (6). In Costa Rica, there is a variety of fruits which have recently attracted the interest of national and international markets, being widely studied in order to identify different nutritional and functional components which provide health

benefits, such as the antioxidant activity in the case of the pitahaya (*Hylocereus spp.*) and the fibre and beta-carotene contents of peach palm fruits (*Bactris gasipaes*) (7-9).

Currently, there is little information about GI values for tropical fruits, such as banana, pineapple, lychee papaya, mango, breadfruit, and sapote (5). There is no information regarding the effects that physicochemical changes occurring during processing could have on the GI values of tropical fruits, as is the case in the production of peach palm chips. The main objective was to estimate the GI of peach palm (*Bactris gasipaes*) cooked fruits, peach palm baked chips and pitahaya (*Hylocereus spp.*) raw pulp, and to establish the changes on the GI value during processing of the peach palm fruit.

## MATERIALS AND METHODS

Selection of subjects: 12 healthy, non-smoking, normal weight, male and female volunteers, aged between 18 and 51 years, were selected (Table 1). The volunteers showed no family history of diabetes or food allergies, were not taking medication, and were not following any weight loss diet. All volunteers were instructed to not perform strenuous exercise, drink alcohol, or eat an unusual amount of food the night before the study. None of the subjects were taking medication. According to Aston et al. (10) 25 g portions of available carbohydrates of each food were consumed with 300 mL water after a 12-14h overnight fast. The subjects were requested to consume the foods within 10 min. A single venous blood sample was taken in the fasted state and at 30, 60, 90 and 120 min after eating the food. Each sample was analysed in duplicate according to the FAO / WHO (11) protocol. The study was approved by the institutional Bioethics Committee involved (University of Costa Rica, San José, Costa Rica, Project No. 422-A7-049) and subjects gave written, informed consent.

### Test foods

Figure 1 summarizes the process flow for preparing each studied food.

Peach palm cooked fruits: Mature peach

palm fruits (red-orange peel) were harvested in Tucurrique (Jiménez, Cartago province, at an altitude of 760 m.a.s.l). They were washed with water, and disinfected with sodium hypochlorite (200 ppm) for 5 min. They were cooked by immersion in boiling water (96 °C for 30 min) and stored frozen (-20 °C) until use. For consumption, the peach palm fruits were thawed at room temperature, peeled, and deseeded.

Peach palm chips: Peach palm whole cooked fruits were ground with skin attached to obtain a paste that was stored at -20 °C until use. Dough thawed at room temperature and was mixed with water (6%) and salt (1.2%) before being moulded into slices which were 2 mm thick and 6 cm in diameter. The chips were baked (oven Dictate, 65X4516 HF model) at 125 °C for 25 min to obtain a final product weight of approximately 3.6 g per slice or chip.

TABLE 1  
Characteristics of subjects participating in the study.

Parameter	General	Male	Female
n	12	5	7
Age (years)	33 ± 11	27 ± 11	36 ± 11
Weight (kg)	64.5 ± 8.1	67.7 ± 7.7	62.2 ± 8.1
Height (m)	1.65 ± 0.08	1.72 ± 0.05	1.60 ± 0.05
B.M.I (kg/m <sup>2</sup> )	23.8 ± 2.8	22.9 ± 2.4	24.4 ± 3.0
Systolic blood pressure (mm Hg)	117 ± 8	121 ± 8	113 ± 8
Diastolic blood pressure (mm Hg)	74 ± 7	76 ± 8	73 ± 6
Fasting blood glucose baseline (mg/dl)	85 ± 3	88 ± 3	84 ± 3

Mean ± S.D; BMI: Body Mass Index

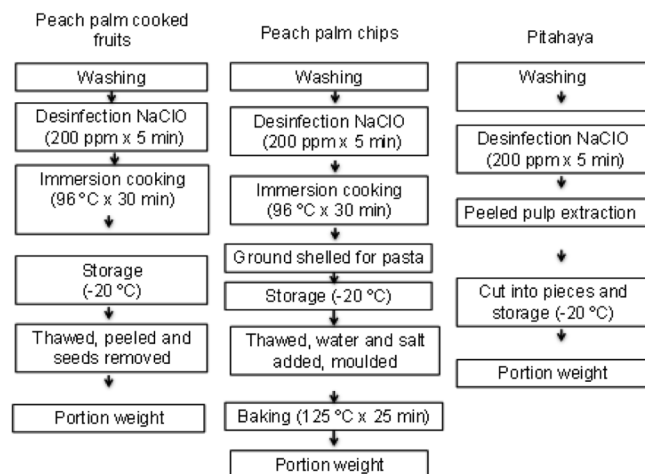


FIGURE 1. Process of food preparation for the study.

Pitahaya pulp: The fruit was washed with water and disinfected with sodium hypochlorite (200 ppm) for 5 min. The fruit was peeled and then the pulp was removed, chopped, and stored frozen (-20 °C) until further use. The volunteers were allowed to add sucralose (Splenda®) *ad libitum*.

Control (white bread): As a reference a sliced white wheat bread was used (Breddy® brand). The crusts were removed; the bread was packed in plastic bags and stored at 0 °C until use.

### Chemical and nutritional analyses

Physicochemical composition of pitahaya pulp, and peach palm cooked fruits and chips, was determined using standard AOAC methods (12) for moisture no. 920.151 and no. 925.09; for ash no. 940.26, no. 940.23 and no. 923.03; for protein no. 920.187, no. 920.152 and no. 979.09; for total dietary fibre no. 985.29; for total titratable acidity no. 942.15 expressed as citric acid equivalent. Fat content was determined using the Soxhlet method with acid hydrolysis and ether extraction (13). Available carbohydrate content was determined by calculation, from moisture, ash, protein, fat, dietary fibre and total titratable acidity analyses.

### In vivo evaluation procedure

Analysis of blood glucose. Blood glucose was determined through the glucose oxidase technique using a spectrophotometer (Thermo Spectronic brand model Genesys 20), glucose oxidase reagent and glucose standard (TicoLab, Costa Rica). Once the blood sample was taken, it was centrifuged (IEC Centra® CL2), then the serum was frozen at -4 °C, and the procedure for the determination of glucose was followed (14).

The blood glucose concentration was calculated using the following equation:

$$\text{Glucose (mg/dl)} = A_{\text{Sample}} \times C_{\text{Standard}} / A_{\text{Standard}}$$

Eq. 1

Where:

A: Absorbance

C: Concentration (mg/dl)

The area under the curve (AUC) was calculated using the double integration technique, where X1 represents the point Xi at which it begins to integrate, X2 represents the point Xi where it integrates ends, f(y, x) represents the density function defined on the interval X [X1, X2] and Y [Y1, Y2]. All the AUC's below the baseline were excluded from calculations. The GI value was calculated as the value of AUC's increase of glycaemia for the test food in each indivi-

dual, divided by the value of AUC's increase of glycaemia for the reference food for each individual multiplied by 100, and then multiplies by 0.7 to obtain the GI value with glucose as the reference food (5). The GI was expressed as means ± S.E. for the individuals participating in the study for each food (n = 12 for bread and n = 8 for pitahaya pulp, and peach palm cooked fruits and chips). An analysis of variance was performed to compare the blood glucose concentration significance between times (0, 30, 60, 90, 120 min) for each food. Significant differences among the AUC's were assessed with ANOVA model for the peach palm and peach palm chips. Differences were considered statistically significant when p < 0.05.

### Statistical analyses

All statistical analyses were performed with the SAS program, version 9.2 (SAS Institute, Cary, NC).

## RESULTS

The nutritional characterization of sample foods is described in Table 2. Food composition among food products is very different, with high amounts of available carbohydrates in peach palm chips and white bread. Peach palm chips are also higher in dietary fibre and fat in comparison to the other test foods.

Peach palm cooked fruits, pitahaya pulp, peach palm baked chips, and white bread presented the highest glycaemia average increase in the first 30 min of the study (Figure 2). Similar results were obtained after ingestion of Basmati rice, oatmeal gruel, breakfast cereal (10), barley kernels (6) and potatoes (15). The intake of peach palm baked chips was associated with higher average blood glucose (104 ± 9 mg/dl), followed by pitahaya pulp (101 ± 10 mg/dl), and peach palm cooked fruits (89 ± 19 mg/dl), while consumption of white bread resulted in 99 ± 10 mg/dl. Measurements at 90 min after ingestion of peach palm baked chips, pitahaya pulp and white bread, showed a decrease in average blood glucose to 83 ± 9 mg/dl, 79 ± 7 mg/dl and 83 ± 12 mg/dl, respectively. In the case of peach palm cooked fruits, the blood glucose concentration reached a minimum value of 80 ± 17 mg/dl, constant from 60 to 90 min. After eating peach palm chips and pitahaya pulp the average blood glucose value was significantly different (p < 0.05) only at minute 30, when compared to other periods for the same food. Bread consumption showed significant

TABLE 2  
Nutritional composition of test foods g/100 g

Food	Peach palm			
	White bread <sup>*,‡</sup>	cooked fruits <sup>*,†</sup>	Pitahaya pulp <sup>*,††</sup>	Peach palm chips <sup>*,†††</sup>
Available carbohydrates	51.4	31.3	10.4	65.0
Total dietary fibre	1.6	5.1	2.1	10.8
Protein	9.3	2.5	0.8	5.5
Fat	3.2	7.5	0.7	13.3
Moisture	--	52.7	85.1	3.5
Acidity	--	0.31	0.28	N.D.
Ashes	--	0.81	0.62	4.0
Energy value kJ (kcal)/ 100 g **	1134 (272)	850 (283)	215 (51)	1675 (400)
Serving ingested	50 g	80 g	240 g	38 g

\*Serving size calculated by 25 g of carbohydrates available to all foods.; ‡Data taken from the product label; † n = 3; †† n = 1; ††† n = 2; \*\* Energy Value = 4 x %Available carbohydrates + 4 x % Protein + 9 x % Fat (kcal/100g x 4.189); N.D.: not determined

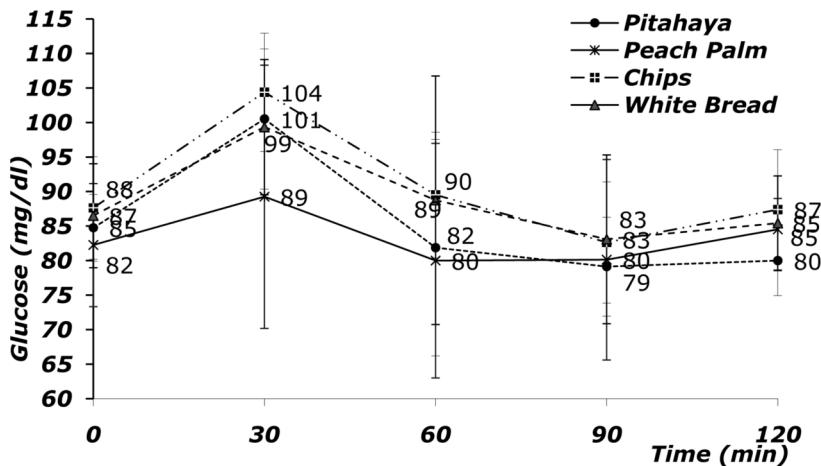


FIGURE 2

Average glycaemic response curves for peach palm cooked fruits, peach palm baked chips (n = 8), pitahaya pulp (n = 8) and white wheat bread (n = 12) over 120 min test. The values at different points are based on the average blood glucose for each individual  $\pm$  SD.

differences ( $p < 0.05$ ) at 30 min, compared with readings taken at 90 and 120 min. After 120 min, the estimated blood glucose after the ingestion of peach palm did not show significant differences ( $p > 0.05$ ).

When analyzing the average values for each food AUC, both periods at 0-30 and 30-60 min, showed the highest value for peach palm chips ( $251 \pm 89$  and  $290 \pm 102$ ), min 60 to 120 showed the largest value for the white bread ( $147 \pm 52$  and  $173 \pm 50$ ) (Table 3).

The estimated GI values reported in Table 4 show

that peach palm cooked fruit had the lowest GI value ( $35 \pm 6$ ), followed by pitahaya pulp ( $48 \pm 11$ ); peach palm chips reported the highest value ( $60 \pm 7$ ). In terms of variability, data variation coefficients for GI were higher for the pitahaya pulp, peach palm chips and peach palm cooked fruits. When ANOVA was applied to the test foods there were no significant differences ( $p > 0.05$ ) for GI estimated values. However, the

same analysis applied for comparing statistical significance between the chips of peach palm and peach palm fruits showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in the glycaemic response.

## DISCUSSION

Peach palm and pitahaya fruits presented a favourable glycaemic response, ranking as foods with a low GI; for peach palm baked chips, this value was higher, therefore, it can be classified as a food with moderate GI (16). These results show that peach palm has a value similar to those presented by legumes, such as red lentils (GI=29), chickpeas (GI=36) and beans (GI=48), and lower than some values reported for cereals, such as barley (GI=68) and some varieties of rice (GI=64). The pitahaya has a value similar to that reported for other fruits, such as bananas (GI=52), plums (GI=39) and oranges (GI=42). While the peach palm chips have a higher mean value compared to Mexican tortillas (GI=52) and wheat tortillas (GI=30), and they are lower than other products such as potato chips (GI=75) and corn chips (GI=63) (5). The variability of the GI values in the data obtained (Table 4) can be ex-

TABLE 3  
Average area under the curve (AUC)  
for a single test for the participants.

Food/ Time (mg x min/ dl)	0-30	30-60	60-90	90-120
Pitahaya raw pulp	236 ± 84	255 ± 90	105 ± 37	62 ± 22
Peach palm cooked fruits	183 ± 65	205 ± 73	206 ± 73	120 ± 43
Peach palm baked chips	251 ± 89	290 ± 102	147 ± 52	36 ± 13
White wheat bread	191 ± 55	269 ± 78	250 ± 72	173 ± 50

White bread n = 12, test foods n = 8, mean ± SE

TABLE 4  
Glycaemic index value of test foods.

Food	Mean ± S.E (% C.V.)
Peach palm cooked fruits	35 ± 6 (51)
Pitahaya raw pulp	48 ± 11 (62)
Peach palm baked chips	60 ± 7 (34)

Average n = 8 subjects; SE = Standard Error; %  
CV = % Coefficient of variation

plained in terms of differences between subjects and the methodology employed. Van-Camp (17) noted that the methodological factor is a major component of variation, even more so than real differences between foods. These variations include the use of venous instead of capillary blood and the methodology used for calculating the AUC value (18). However, it is important to note that in the present study the maximum value of estimated standard error was 11 for pitahaya's GI, which is lower than the 15 that according to Atkinson *et al.* (19) is related to high variability in the data. Moreover, Vega-Lopez *et al.* (20) noted in a study of 23 healthy subjects that the use of bread as reference food can contribute to the variability of results, compared with the use of glucose solutions. However, studies using white bread as reference are more common, in comparison with those that use glucose as standard (5).

Food factors such as food form, particle size, processing, preparation and cooking methods, type of sugars and starch structure, the presence of other macronutrients and anti-nutrients, and the ripeness of the raw material may affect the GI value (10, 21). An important effect attributable to results associated with a low GI in peach palm fruits could be the storage temperature changes. Tahvonen *et al.* (15) found a lower GI value for cooked potatoes, which were cooled and reheated in contrast with freshly prepared product. There is scientific evidence that explains the significant differences found between the GI of peach palm and peach palm baked chips. The effects of processing of other foods, such as potatoes, is well established in terms of increased availability of starch, increased digestibility related to gelatinization when applying moist heat, and chemical and physical changes in the

structures of starch which make it more readily available for amylase, especially due to the different temperatures used in processing (17,22). Schakel *et al.* (16) suggest that particle size reduction by grinding exposes the starch to digestive enzymes, increasing the GI, as is the case when preparing peach palm chips.

Another explanation consistent with Garsetti *et al.* (23) is that the preparation of peach palm chips requires adding water to facilitate the moulding stage of the paste and, thereby, increases the availability of water, which could favour the swelling of starch granules and gelatinization during the subsequent baking. It is also important to note that peach palm chips contain a higher amount of fibre (Table 2). The fibre in foods provides bulk to gastrointestinal tract contents, and slows transit time of matter through the tract (11). Soluble fibres also decrease the rate of starch digestion by pancreatic amylase *in vivo*, probably by delaying the interaction between enzymes and substrate (10). With regards to legumes, such as peas, beans, chickpeas and lentils, the fibre content has been reported between 14.05% and 24.08% (24), foods that are known for their low GI, with values between 22 and 42 (5). The fibre value for peach palm cooked fruits corresponds on average to 5.1 g/100 g and 10.8 g/100 g for peach palm baked chips (Table 2), a component that has an important effect when estimating the product's GI values.

The fat content of peach palm cooked fruits in our study was approximately 7.5 g/100 g (Table 2) and it is another factor that reduces the glycaemic response (16), as it delays gastric emptying. Crowe *et al.* (25) performed an *in vitro* study of the effect of lipids on the enzymatic breakdown of starch using mixtures of

potato amylose and amylopectin, suggesting the possibility that interactions between starch and fatty acids in the digestive tract could contribute to the formation of resistant starch. A similar effect could occur in the peach palm fruit, explaining the observed low GI value in peach palm cooked fruits and moderate for peach palm chips.

### CONCLUSIONS

According to the results, the average GI value for the peach palm cooked fruit was found to be  $35 \pm 6$ ,  $48 \pm 11$  for pitahaya pulp and  $60 \pm 7$  for peach palm baked chips. These products can be classified as low-GI foods for the first two and as moderate GI foods for the third.

It was demonstrated that the process for producing the peach palm chips causes an increase in the GI value when compared to the cooked fruits, probably because the stages of moulding and baking promote the availability of starch for hydrolysis by digestive enzymes.

The intake of peach palm and pitahaya can be considered favourable to consumers who require introducing low GI foods into their diet, and it is also a good choice for healthy eating habits in view of the contribution of bioactive compounds, such as carotenoids for peach palm and betacyanins for pitahaya. Moreover, the baked peach palm chips with a moderate GI value can be a good alternative as an occasional snack, managing to incorporate important components in the diet, such as fibre, monounsaturated fats and carotenoids. For future research, it would be important to assess the intake of cooked peach palm and pitahaya which has not been previously frozen or stored, in order to evaluate the effects of freezing on the GI value.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This research project was funded by PAVUC FP6-INCO project DEV-2, contract 015279, and the Vicerrectoría de Investigación from the University of Costa Rica (project no. 422-A7-049).

### REFERENCES

- Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycaemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 1981;34:362-6.
- Augustin LS, Franceschi S, Jenkins DJA, Kendall CWC, Vecchia La C. Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56:1049-71.
- Ramdath DD, Isaacs RLC, Teelucksingh S, Wolever TMS. Glycaemic index of selected staples commonly eaten in the Caribbean and the effects of boiling v. crushing. *Br J Nutr.* 2004;91:971-7.
- Augustin L. Dietary glycemic index and glycemic load in breast cancer risk: a case control study. *Ann Oncol.* 2001;12:1533-8.
- Foster-Powell K, Holt AH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr.* 2002;76:5-56.
- Granfeldt Y, Wu X, Björck I. Determination of glycaemic index; some methodological aspects related to the analysis of carbohydrate load and characteristics of the previous evening meal. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60:104-12.
- Vaillant F, Perez A, Dávila I, Dornier M, Reynes M. Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus spp.*). *Fruits.* 2005;60(1):1-10.
- Blanco A, Muñoz L. Contenido y disponibilidad biológica de los carotenoides de pejíbaye como fuente de vitamina A. *Arch Latinoam Nutr.* 1992;42(2):146-54.
- Rojas-Garbanzo C, Pérez AM, Bustos J, Vaillant F. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour. *Food Res Int.* 2011;44(7):2377-84.
- Aston LM, Gambell JM, Lee DM, Bryant SP, Jebb SA. Determination of the glycaemic index of various staple carbohydrate-rich foods in the UK. *Eur J Clin Nutr.* 2008;62:279-85.
- FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 66. 1998. Retrieved June 15, 2004. Available from: <http://www.fao.org/docrep/W8079E/w8079e0a.htm>.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed. Maryland: AOAC International; 2005.
- Carpenter DE, Ngeh-Ngwainbi J, Lee S. Lipid analysis. In: Sullivan D, Carpenter D, editors. Methods of analysis for nutrition labelling. Virginia: AOAC International; 1993. p. 85-104.
- Morin LG, Prox J. Single glucose oxidase-peroxidase reagent for two minute determination of serum glucose. *Clin Chem.* 1973;19(9):959-62.
- Tahvonon R, Hietanena RM, Sihvonena J, Salminen E. Influence of different processing methods on the glycemic index of potato (Nicola). *J Food Compos Anal.* 2006;19:372-8.

16. Schakel S, Schauer R, Himes J, Harnack L, Van Heel N. Development of a glycemic index database for dietary assessment. *J Food Compost Anal.* 2008;21:S50–S55.
17. Van-Camp J. Potatoes compared to other carbohydrates sources like rice and pasta. Europatat (European Union of the Potato Trade) [dissertation]. Faculty of Agricultural and Applied Biological Science, Research Group Food Chemistry and Human Nutrition: Universiteit Gent; 2009.
18. Wolever TMS, Vorster HH, Björck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Mann JI, et al. Determination of the glycaemic index of foods: Interlaboratory study. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57:475–82.
19. Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care.* 2008;31:2281-83.
20. Vega-López S, Ausman LM, Griffith JL, Lichtenstein AH. Interindividual variability and intra-individual reproducibility of glycemic index values for commercial white bread. *Diabetes Care.* 2007;30:1412-17.
21. Björck I, Granfeldt Y, Liljeberg H, Tovar J, Asp N-G. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. *Am J Clin Nutr.* 1994;59(suppl):696S-705S.
22. Soh NL, Brand-Miller J. The glycaemic index of potatoes: the effect of variety, cooking method and maturity. *Eur J Clin Nutr.* 1999;53:249-54.
23. Garsetti M, Vinoy S, Lang V, Holt S, Loyer S, Brand-Miller JC. The glycemic and insulinemic index of plain sweet biscuits: relationships to in vitro starch digestibility. *J Am Coll Nut.* 2005;24(6):441-7.
24. Rosin PM, Lajolo FM, Menezes EW. Measurement and characterization of dietary starches. *J Food Compost Anal.* 2002;15:367-77.
25. Crowe TC, Seligman SS, Copeland L. Inhibition of enzymic digestion of amylose by free fatty acids in vitro contributes to resistant starch formation. *J Nutr.* 2000;130:2006-8.

Recibido: 15-06-2012

Aceptado: 04-10-2012

## Envejecimiento y metabolismo: cambios y regulación.

*Genaro Gabriel Ortiz, Elva D. Árias-Merino, Irma E. Velázquez-Brizuela, Fermín P. Pacheco-Moisés,  
Luis J. Flores-Alvarado, Erandis D. Torres-Sánchez, Fernando Cortés-Enríquez,  
Erika D. González-Renovato, Irma G. Ortiz-Velázquez.*

Centro de Investigación Biomédica de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social. Guadalajara, Jalisco. México. Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. OPD Instituto Jalisciense de Cancerología. Guadalajara, Jalisco. México. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. Centro Universitario Enrique Díaz de León, Guadalajara, Jalisco. México.

**RESUMEN.** Los estudios sobre los efectos del envejecimiento en la fisiología y el metabolismo cada vez son más, uno de sus objetivos es contribuir a instrumentar programas para mejorar la calidad de vida y prevenir discapacidades en la vejez. Es de gran importancia mencionar que durante el envejecimiento se presenta una desaceleración natural del metabolismo, se produce una serie de cambios en la regulación de la energía, lo que contribuye a la pérdida de peso y grasa; estos cambios en la regulación de la ingesta calórica contribuyen en un aumento de la susceptibilidad al desequilibrio energético tanto positivo como negativo, lo cual va asociado a un deterioro en la salud. Sin embargo, el llegar a la vejez, no es una sentencia de muerte para el metabolismo, por el contrario, éste puede ser controlado mediante el mantenimiento de un estilo de vida activo, aunado a esto investigaciones han demostrado que el metabolismo puede ser regulado mediante el papel que desempeña un sistema de reloj sincronizado (ritmos biológicos), el cual a su vez es modulado por varias proteínas reguladoras; esta relación garantiza que las células funcionen correctamente y por tanto el mantenerse saludables. El objetivo de esta revisión es aportar información actualizada sobre la regulación metabolismo-energía y su relación con la gran variedad de componentes involucrados en el gasto energético que acompañan al envejecimiento; analizar la regulación de este sistema para mejorar la calidad de vida y mantener la salud en la vejez.

**Palabras clave:** Envejecimiento, gasto energético, factores reguladores del metabolismo, reloj biológico, ritmo circadiano.

**SUMMARY. Aging and metabolism: changes and regulation.** Studies about the effects of aging in the physiology and metabolism are increasingly, one of its objectives is to help implement programs to improve the quality of life and prevent disability in elderly. It is relevant to mention that, during aging, there is a natural metabolic deceleration, a series of changes in the regulation of energy are produced, which contributes to loss of weight and fat; the changes in the regulation of caloric intake contribute to increase the susceptibility to energy imbalance both positive and negative, which is associated with a deterioration in health. However, to grow old, is not a death sentence for metabolism, on the other hand, it can be controlled by maintaining an active lifestyle, coupled with this, research has shown that the metabolism can be regulated by a synchronized clock (circadian rhythms), which is mediated by regulatory proteins, this relationship ensures the proper functioning of the cells and therefore good health. The aim of this review is to provide updated information on the energy- metabolism-regulation and its relationship with the great variety of components involved in energy expenditure that accompany aging, to analyze the regulation of this system to improve the quality of life and maintenance of health in old age.

**Key words:** Aging, energy expenditure, metabolism regulatory factors, biological clock, circadian rhythm.

### INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre los efectos del envejecimiento en la fisiología y el metabolismo son cada vez más, éstos contribuyen a instrumentar programas para mejorar la calidad de vida en los adultos mayores y prevenir la discapacidad a edades avanzadas. En este contexto, la comprensión de los cambios en la regulación de la in-

gesta calórica con la edad, así como la prevención de la pérdida de peso y grasa es un componente importante para mantener la salud en la vejez, ya que la pérdida de peso involuntaria aparece de manera desproporcionada en adultos y se asocia con una mayor mortalidad (1-6).

### El ciclo de la vida humana en la actualidad

A principios del siglo 20 la esperanza de vida media al nacer en los países desarrollados para los hombres y las mujeres en conjunto se estimó en 50 años; 100 años después, la esperanza de vida media es superior a los 77 años y se prevé que aumente a un promedio de 85 años para el año 2025 (7); incluso, la mayoría de teorías de predicción sobre la esperanza de vida estiman que esta seguirá aumentando inclusive presentando una esperanza de vida de 105 años en el año 2065 (8). Este cambio se debe principalmente a la eficiencia de nuestros sistemas de salud pública (sistemas sanitarios: incluidos algunos países de Latinoamérica como México, Venezuela, Brasil, Argentina etc.) que ha dado como resultado el abatimiento de la mortalidad y por lo tanto, el promedio de vida media de las personas que se puedan clasificar como “ancianos” (60 años) se prolongará (9).

El porcentaje de la población con 60 años y más, ha aumentado del 2 al 4% en 1900 a más del 13% en algunos países de Latinoamérica, el problema actual es que muchos de estos países no poseen cobertura real y efectiva para esta población.

### **Envejecimiento y desregulación de la ingesta**

La edad avanzada se asocia con alteraciones en las respuestas de la ingesta. Las fluctuaciones del equilibrio en la sobrealimentación y la subalimentación son hoy en día un excelente objetivo para ser estudiado en forma sistemática (10). Muchas de las causas de la desregulación en la ingesta de alimentos durante el envejecimiento se desconocen, en gran parte debido a los mecanismos subyacentes a la propia regulación energética y esto es a cualquier edad. En el humano este, desde el punto de análisis bioquímico-metabólico-fisiológico hoy en día no se explica completamente, por ejemplo en los adultos jóvenes se acepta que existen múltiples mecanismos para regular el equilibrio de energía dentro de límites bastantes estrechos, (hambre y saciedad) y que éste está regulado tanto periféricamente como a nivel central (10-12). Hoy en día las tendencias seculares a la ganancia de peso alrededor del mundo (durante los últimos 30 años), han demostrado la ineficacia de estos mecanismos corporales de regulación; sin embargo, un consenso demostró que estos mecanismos de regulación de la energía suelen proteger a los niños y adultos jóvenes; sin embargo en la vejez, estos cambios puede tener múltiples explicaciones (anorexia del envejecimiento), así también es im-

portante reconocer cuales son los factores involucrados en los mecanismos de regulación de energía (Figura 1). Esto implicará posteriormente que un número bastante grande de estos mecanismos podría verse afectado con la edad, en especial en la regulación de la ingesta; este aspecto es muy importante identificarlo y atenderlo tempranamente (13-15).

### **Asociación entre la percepción de los alimentos y la regulación de su consumo en el adulto mayor**

Durante la vejez la sensibilidad al sabor y aroma juegan un papel importante en la desregularización de energía; en particular, la mayoría de los estudios sugieren que la detección y reconocimiento del umbral de la sal y otros sabores específicos se ven afectados con la edad, en parte por el uso de medicamentos que impactan en el sabor pero también por la pérdida funcional del olfato y el gusto (16-17). No está bien documentado si la disminución en la sensibilidad del gusto y del olfato asociado a la edad puede desempeñar un papel en la desregulación de la energía (17). Los sentidos intactos del gusto y del olfato son necesarios para la fase cefálica de la digestión, esto incluye los aumentos iniciales en las secreciones salivares, estomacales, pancreáticas e intestinales que inician la digestión (13, 18). La fase cefálica del metabolismo postprandial se inicia por la estimulación olfativa, gustativa y cognitiva de los alimentos e incluye la activación de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, que a su vez inicia múltiples procesos relacionados con la digestión con el fin de la preparación del cuerpo a absorber nutrientes (12).

La estimulación cognitiva, visual y olfatoria puede ocasionar un incremento de salivación que va entre los rangos de un cuarto y un tercio de la necesaria para la masticación pero no deglución. Debido a que la saliva contiene enzimas digestivas, estas inician el desdoblamiento del almidón, el incremento de la producción de saliva por el consumo de la mayoría de los alimentos, puede acelerar la digestión y absorción de los carbohidratos (19).

La estimulación insípida tiene efectos mínimos en la secreción de ácidos gástricos y pancreáticos, mientras que las comidas apetitosas tienen mejores resultados en marcar la estimulación y secreción que promueve la digestión. Relacionada a esta observación la evidencia sugiere que lo aceptable-apetitoso puede

influir en el rango de la absorción de nutrientes y en la eficiente interacción metabólica de la glucosa: Glucólisis-Glucogenólisis (10, 17). El consumo de comida insípida reduce la respuesta glucémica en comidas apetitosas con idéntica composición de macronutrientes, que sugiere que existe una reducción de rango de vaciamiento gástrico y por lo tanto menos digestión en las comidas insípidas. Se ha estudiado que hay diferencias entre la comida apetitosa y la comida insípida así como sus efectos en la circulación de la glucosa; Las comidas líquidas tienen diferentes efectos de saciedad comparados con los sólidos.

Si, la pérdida de sabor y olor está asociada con el envejecimiento (16), se sabe tiene un efecto (comúnmente se reporta el hacer las comidas más blandas) que anticipa en la reducción del vaciado gástrico y por lo tanto el retraso en la absorción de los nutrientes, esto puede explicar el incremento de saciedad y la consecuente pérdida de hambre en edad avanzada (15). Consistente con estas situaciones los individuos en edad avanzada comen más porciones individuales (si tienen comprometido el sabor y el olfato), esto se relaciona significativamente con el hambre y el apetito: los individuos de edad avanzada tienen una reducida habilidad de reconocer porciones de comida en pruebas con los ojos vendados.

**Regulación hambre-saciedad durante el envejecimiento**

La saciedad se define como la sensación de plenitud de comer, lo que frecuentemente se altera en la vejez, varios estudios han documentado un hambre anormalmente baja después de la inducción experimental de ayuno o balance energético negativo en personas ancianas(15). El hambre antes de las comidas y el aumento de la saciedad postprandial son colaboradores independientes de regulación energética en la vejez, el aumento de la saciedad se asocia con el aumento de la superficie del antro estomacal y con una aparente distensión de este después del consumo de las comidas. Existe una reduc-

ción en la percepción de hambre y/o un aumento de la saciedad, lo que contribuye a la pérdida de peso en el envejecimiento (11).

**Relación en la regulación de energía: factores asociados al envejecimiento**

La pérdida de peso y grasa en el adulto mayor se ve influenciado por los cambios en la regulación de la energía que se producen en forma normal, donde la capacidad para regular con precisión el consumo de energía se ve afectado. Para explicarse este cambio se acepta que influyen factores como: la tasa de retraso en la absorción de macronutrientes secundario a la reducción de la agudeza del gusto y el olfato; mediadores hormonales y metabólicos de regulación de la energía que cambian durante el envejecimiento, cambios en los patrones de ingesta alimentaria y una reducción en la variedad de los alimentos consumidos en la vejez que disminuye aun más el consumo de energía (20-21). Una variabilidad de la alimentación-sobrealimentación en el día a día puede ser de hasta un 20-25% (Figura 1), Esta pérdida ha sido asociada también a deficiencias de micronutrientes, fragilidad, traumatismos derivados de caídas, retraso en la recuperación de heridas y mortalidad acelerada, esto se observa entre los 65 y 75 años, incluso en individuos sanos (3).

Los factores como el gasto de energía para la actividad física y la tasa metabólica basal se modifican

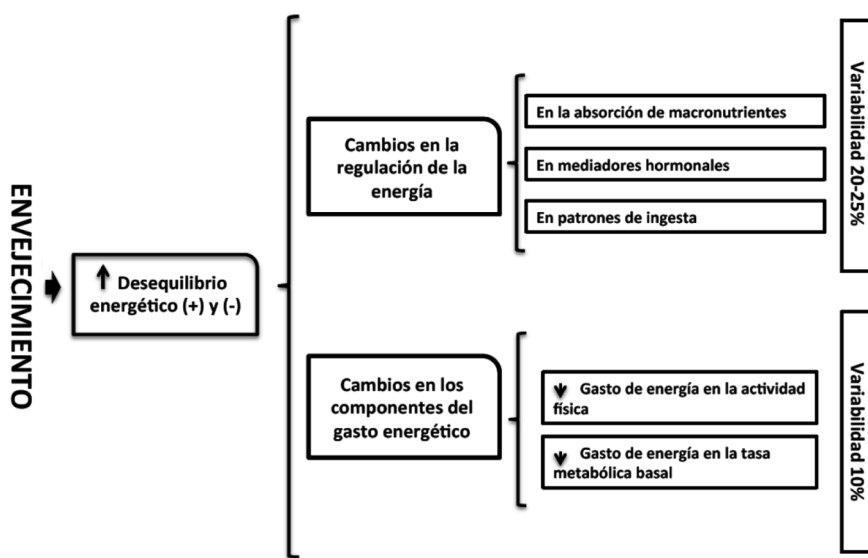


FIGURA 1  
Relación envejecimiento-desequilibrio energético

sustancialmente durante el envejecimiento, la variabilidad en el gasto de energía por lo general es alrededor de un 10%; en conjunto, estos factores contribuyen con un aumento de la susceptibilidad al desequilibrio energético tanto positivo como negativo y esto se asocia con el deterioro de la salud (21).

### **La glucosa y la insulina como mediadores de la ingesta de alimentos.**

Las alteraciones en la homeostasis de la glucosa en la tercera edad pueden contribuir a alterar el hambre y la saciedad, por una parte sabemos que la glucosa en la sangre ha sido postulada a ser un disparador de señales de hambre en humanos, estudios recientes en adultos jóvenes y en modelos animales vinculan transitoriamente pequeñas disminuciones de la glucosa en sangre al inicio del consumo de alimento (22); los alimentos con un alto índice glucémico, como el pan blanco, cereales y otros carbohidratos refinados (índice glucémico de 100-120) se utilizan como referencia con un valor fijado en 100 y que inducen hipoglucemia relativa de los 90 a los 120 minutos después del consumo de estos alimentos lo que condiciona a un retorno más rápido del hambre y un aumento en el consumo energético posterior (comer en exceso). La mayoría de los adultos jóvenes mantienen la glucosa circulante en el rango de 80-140 mg/dl a lo largo de ciclos de alimentación y ayuno a través de oscilaciones en las secreciones equilibradas de insulina y de hormonas contra-reguladoras que sirven para facilitar la absorción y síntesis y liberación de glucosa bajo diferentes condiciones metabólicas. Sin embargo cuando se produce la hipoglucemia esto provoca sensaciones de hambre, en contraste los adultos mayores, incluso saludables tienen una gama más amplia sobre el cual se mantiene la glucosa circulante y además se atenúa las respuestas contra-reguladoras y el retraso a la recuperación de la hipoglucemia (6, 22). Además de la insulina y la glucosa, el cortisol y el sulfato de dehidroepiandrosterona (DHEAS) se han asociado con la saciedad (23).

La elevación de los niveles circulantes de insulina (un 8% mayor que en adultos jóvenes) es típica de la sensibilidad a la insulina que ocurre en la vejez y que acompaña a los niveles altos de glucosa postprandial, esto contribuye a un retorno tardío del hambre, tal vez a través de un efecto de saciedad central y de los niveles altos de insulina o mediante la alteración de la

sensibilidad central a otros componentes de la cascada de mecanismos que regulan la ingesta de alimentos tales como la colecistoquinina (CCK) y el neuropéptido Y (NPY); los niveles persistentemente elevados de glucosa postprandial así como de insulina pueden ser explicados por la reducción en el vaciado gástrico en la vejez (este es más lento), así el vaciamiento gástrico retardado extenderá el periodo de tiempo durante el cual los nutrientes aparecen en la circulación y esto propiciará una digestión más prolongada. Por otra parte esta no es la única explicación detrás el consumo de comida en las personas de edad avanzada; la captación tardía de la glucosa por el músculo y el hígado también proporcionan otra explicación. Al respecto se ha descrito también la deficiencia de la acción de la orexina, en particular de la señalización de su receptor 2, ya que altera los mecanismos de protección contra la resistencia a la insulina que se asocian con el envejecimiento, por lo que se sugiere que la orexina es un factor crucial para prevenir la resistencia a la insulina que acompaña al envejecimiento (24).

### **Efecto del retardo del vaciado gástrico en el envejecimiento.**

La mayoría de los estudios que examinan el vaciamiento gástrico en relación a la edad han reportado alteraciones en los ancianos, el retraso en el vaciado gástrico, en general se ha relacionado con la reducción del hambre y la saciedad mayor y por lo tanto potencialmente pueden contribuir a aumentar la saciedad y la disminución del hambre en los ancianos (11, 19). Varios modelos de regulación de la energía postulan un papel central para la disponibilidad de sustratos en la regulación de la energía, la glucosa en la sangre y el hambre apoyan el concepto del papel de que la baja concentración de glucosa en la sangre inicia las señales de hambre en los adultos jóvenes; el retardo en el vaciamiento gástrico presumiblemente se extiende desde el periodo durante el cual no solo la glucosa si no también otros sustratos de energía se absorben, además de influir en el hambre y la saciedad a través de la disponibilidad de nutrientes (22). Las alteraciones en el vaciamiento gástrico en la tercera edad presumiblemente también dan lugar a un prolongado periodo de distensión del estómago lo que además podría prolongar la saciedad directamente a través de señales vagales aferentes, en los ancianos se sugiere que el aumento de la presión de las ondas fásicas pilóricas

en respuesta a los nutrientes en el duodeno en conjunto con las alteraciones de la función del sistema nervioso autónomo (que es común en los ancianos) y una distensión antral elevada son las causas subyacentes de retraso del vaciamiento gástrico (Figura 2).

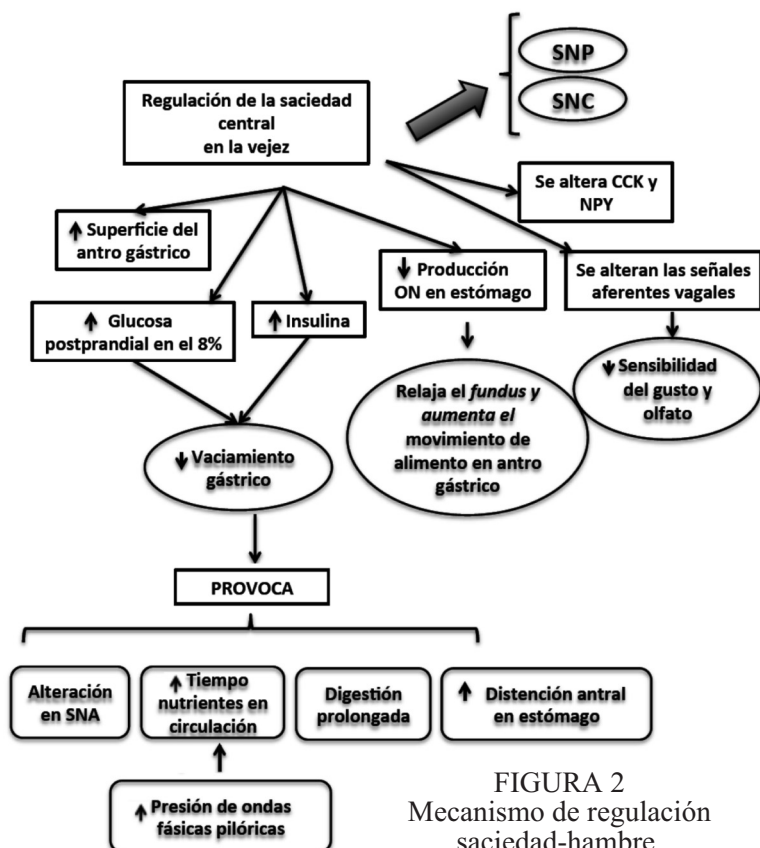


FIGURA 2  
Mecanismo de regulación saciedad-hambre.

Se ha sugerido que una reducción en la producción de óxido nítrico por el estómago de los adultos mayores aumenta la saciedad por medio de un mecanismo que induce la reducción de la relajación del *fundus* y acelera el movimiento de los alimentos para el antro estomacal (11, 13, 19).

**Factores asociados a alteraciones en la alimentación**

Muchos de los cambios en el envejecimiento (sociales y de salud) han sugerido múltiples causas para desarrollar una pérdida de peso, tales como: la pobreza, el duelo, el aislamiento social, la mala dentición, las enfermedades crónicas y el uso de múltiples medicamentos (21, 25).

Otro factor muy importante es la depresión ya que esta se ha sugerido como una causa de pérdida

de peso entre las personas mayores. La depresión se asoció con la pérdida de peso solo en personas mayores de 55 años de edad y se asocia actualmente con el aumento de peso en los adultos jóvenes (20, 25). Una posible explicación para este hallazgo es que los factores psicosociales son catalizadores potenciales de la pérdida de peso solo cuando hay un deterioro subyacente en la regulación de la ingesta de alimentos (impide comer para expresarse). En cuanto al aislamiento social se sabe que se come menos cuando se come solo en comparación con las comidas en compañía, la diferencia en el consumo entre las dos situaciones es un importante 30%, en estos datos se sugieren que el consumo social es desfavorable ya que promueve la sobrealimentación y la obesidad (20-21), todo lo contrario que al comer solo, lo que puede conducir a la pérdida de peso. Esto es especialmente cierto cuando se considera que los seres humanos somos una especie de animal gregario y naturalmente comemos en grupos (sociales). Este dato es relevante en cuanto a la menor alimentación y además de baja calidad (rica en carbohidratos) en el envejecimiento, además el luto y la discapacidad funcional (sordera, miopía o hipermetropía, aislamiento social) limitan el contacto social (21). (Figura 3)

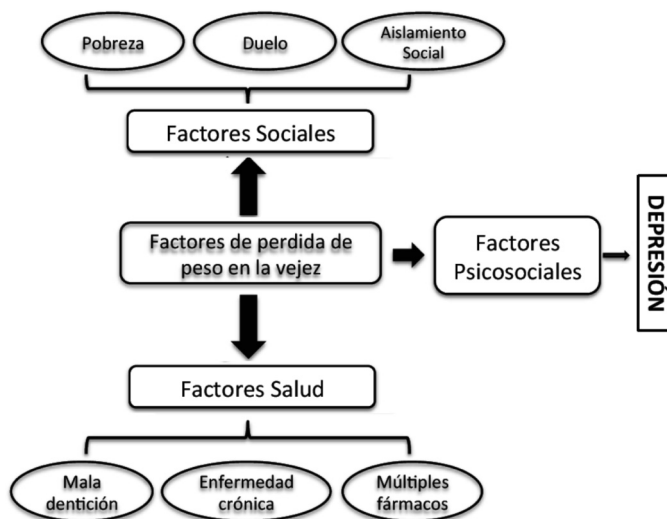


FIGURA 3  
Factores asociados a la pérdida de peso durante el envejecimiento.

### Reloj regulador del metabolismo

El mantenimiento del gradiente electroquímico de energía, los procesos de biosíntesis, procesos catabólicos y el transporte de moléculas son funciones básicas en todo el organismo mediadas por la tasa metabólica basal. Existe una estrecha relación entre una alteración en este gasto energético y el envejecimiento, hay una desaceleración natural del metabolismo con la edad, sin embargo, no es una sentencia de muerte para el metabolismo; por el contrario la mayor parte del metabolismo de una persona puede ser controlada mediante el mantenimiento de un estilo de vida activo; una persona puede mantener un cuerpo de manera eficiente (20).

Los sistemas orgánicos en los mamíferos están programados (por lo general) para un reloj de 24 horas, investigaciones han demostrado que este reloj regula los niveles de energía y por lo tanto el metabolismo. Varias proteínas que regulan el reloj y el metabolismo están relacionadas y dependen unas de otras (26).

### Factores involucrados en la regulación del reloj-alimenticio: metabolismo

La ingesta de alimentos, tanto en calidad como en cantidad, posee un gran peso. Actualmente, existe una intensa investigación en el área de la restricción calórica, lo cual puede explicar el hecho de por qué el síndrome metabólico, en presencia de una dieta hipercalórica, se asocia fuertemente al desarrollo de enfermedades degenerativas y a una disminución en la esperanza de vida. La restricción calórica, considerada como una disminución del 30-40% de una ingesta a demanda libre (27), ha demostrado un incremento en la esperanza de vida de hasta un 50% o más (estudio realizado en roedores) (28); esta respuesta se ha vinculado principalmente con dos moléculas: Las sirtuinas (particularmente, SIRT1), y la proteína TOR ("objetivo de Rapamicina", por sus siglas en inglés).

Otro compuesto de interés es el resveratrol, un polifenol que se encuentra en el vino tinto y que tiene la propiedad de incrementar el AMPc y secundariamente, el NAD<sup>+</sup>, de manera tal que contribuye a la activación de SIRT1 y consecuentemente, a sus efectos.

Una de las proteínas involucradas en la regulación del metabolismo es la leptina, esta proteína funciona como un regulador de este reloj de 24 horas a través

del control hormonal y debido a que leptina posee un ritmo de 24 horas y es responsable de establecer el calendario de otras hormonas (29), la regla N° 1 de la dieta de esta proteína es: no coma después de la cena; así mismo uno de los temas claves de la dieta de la leptina es: "comer es tan importante como lo que se come" (30). (Figura 4)

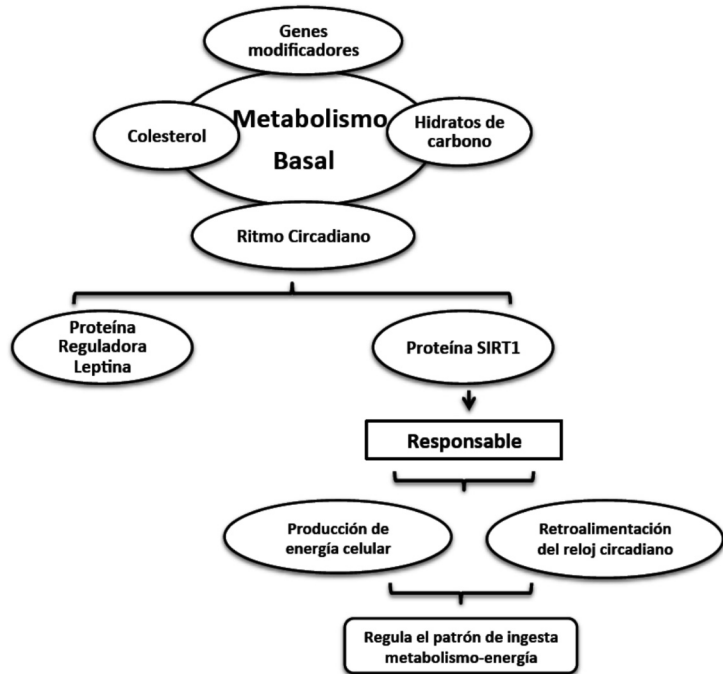


FIGURA 4  
Factores reguladores del metabolismo basal.

Nuestros ritmos circadianos y el metabolismo están íntimamente relacionados para garantizar que las células funcionen correctamente y así poder mantenerse saludables; esto da pauta a nuevos estudios para entender como estos dos procesos fundamentales pueden tener un gran impacto en los nuevos tratamientos para las enfermedades causadas por deficiencia de energía celular (Alzheimer, Parkinson, Diabetes etc.); por lo que es de gran relevancia el investigar qué genes modificadores se producen y como se relacionan con el metabolismo celular y la producción de energía.

### TOR

TOR (proteína diana de la rapamicina) es una proteína cinasa sensible a los nutrientes que regula el crecimiento y metabolismo en todas las células eucariontas, se ha sugerido ser la responsable por la

mayor parte de incremento en la esperanza de vida asociada a la restricción calórica (31-33). La influencia del subtipo de esta proteína en los mamíferos (mTOR), TORC1, influencia procesos celulares como la traducción del ARNm, autofagia, transcripción, metabolismo y supervivencia celular, proliferación, tamaño y crecimiento; lo cual la ha vinculado a ejercer una gran influencia en la esperanza de vida de los organismos, desde levaduras hasta mamíferos e incluso, humanos.

Las células eucarióticas utilizan la vía de señalización de TORC1 para adaptar la relación entre la cantidad y calidad de nutrientes que obtiene el organismo (el tamaño y crecimiento celulares), de manera tal que la supresión de aminoácidos actúa como un potente inhibidor de TORC1 incluso en presencia de factores de crecimiento, devolviendo su relación con la nutrición (31).

El envejecimiento no se produce por acumulación de daño molecular, como antes se pensaba, sino como continuación del desarrollo celular. Es así, que tanto el crecimiento como el envejecimiento se ven estimulados por vías de señalización sensibles de nutrientes y mitógenos. Entre estas vías, se encuentra mTOR, la cual se encuentra también involucrada en el desarrollo del cáncer, puesto que su sobreactivación puede volver a las células normales en no respondedoras a factores de crecimiento. Así, el mTOR se considera un gerosupresor (inhibe procesos de senescencia celular) (34).

**SIRT1 (Sirtuina)**

Las sirtuinas son una familia de deacetilasas dependientes de NAD+, lo cual permitió vincular su influencia en el envejecimiento al considerarlas sensibles a la dieta y metabolismo (28). Estudios realizados en ratones con fenotipos similares a la diabetes tipo 2, cáncer y la enfermedad de Alzheimer, han demostrado que la expresión de SIRT1 produce un incremento en la esperanza de vida y un envejecimiento saludable (35-36).

La proteína SIRT1 es clave en el reloj biológico (ritmos circadianos) esta se convierte en mensajes anti-envejecimiento del metabolismo llamado SIRT1;

activa los principales pasos de la producción de energía en las células y retroalimenta directamente a este sistema de reloj circadiano, la activación de SIRT1 es una de las claves para regular el sistema metabólico durante el envejecimiento. (Figura 5)

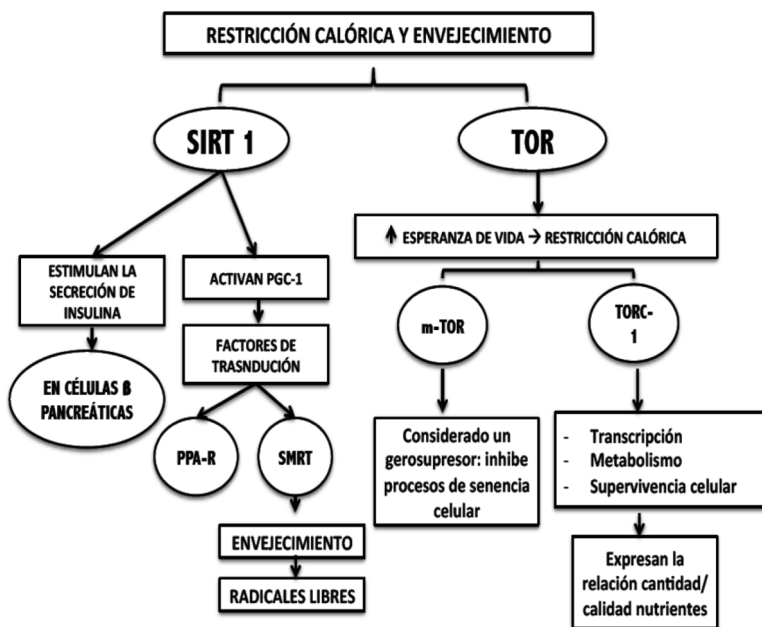


FIGURA 5 Restricción calórica-envejecimiento y su relación con SIRT y TOR.

Los hidratos de carbono como combustible, inducen el metabolismo del colesterol, aumentan la beta oxidación de las grasas y modulan a que la insulina funcione correctamente; SIRT1 estimula la secreción de insulina por las células β del páncreas (28, 35). La regulación de este sistema induce a no comer en exceso y propone en los mamíferos un patrón de ingesta-metabolismo-energía lo más saludable posible.

**Modulación de SIRT1 y su actividad en la regulación mitocondrial**

La disfunción mitocondrial juega un papel importante en el envejecimiento y enfermedades relacionadas al envejecimiento, por lo que el mantenimiento de su función es benéfico en la prevención o retraso de enfermedades relacionadas.

Un regulador de la biogénesis mitocondrial, el PGC-1α (receptor co-activador proliferador de peroxisomas-α), es una molécula central, que regula la función mitocondrial e influencia distintos aspectos del destino de las células y cuya función se encuentra

afectada en el envejecimiento. Además, promueve la expresión de barredores de especies reactivas de oxígeno y por lo tanto previniendo neurodegeneración mediada por estrés oxidativo (37-38). La activación de SIRT1 induce un incremento en la actividad de PGC-1 $\alpha$ . Es por ello que su modulación también podría ofrecer un potencial terapéutico en enfermedades relacionadas con el envejecimiento (38). Además, PGC-1  $\alpha$  activa la factores de transcripción, entre ellos, los PPAR (receptor activado-proliferación de peroxisomas). Uno de sus co-represores, el SMRT (receptor- silenciador mediador de la hormona tiroidea y retinoides) es una molécula que regula muchos factores de transcripción y que se ha visto implicada en la producción de radicales libres de oxígeno, por lo que se vinculado con el desarrollo del envejecimiento y los trastornos metabólicos relacionados (37).

### CONCLUSIÓN

Las causas aparentes de la desregulación en el metabolismo durante la vejez pueden asociarse a una alteración en la ingesta (hambre-saciedad), tanto los cambios en la regulación de la energía y factores de salud y psicosociales, considerados como catalizadores de la pérdida de peso, se asocia a una mayor mortalidad. Más sin embargo el metabolismo puede ser regulado mediante un estilo de vida activo y mediante proteínas claves de regulación de nuestros ritmos circadianos.

En humanos es deseable poner en un horario a nuestro organismo (garantizar de 7-8 horas de descanso), esto ayudará a sentir el cuerpo en una agradable sincronía, que literalmente se expresa de la siguiente manera: "la salud está asociada con la energía que se enciende cuando se debe, por la mañana, se metaboliza según las necesidades, durante el día, y se apaga correctamente en la noche". Hay una sensación inconfundible de un ritmo saludable cuando se hace esto.

Esto es un ángulo completamente nuevo en la gestión del tiempo. No se trata solo de hacer el mejor uso de su tiempo. Se trata de tener un sistema de reloj sincronizado correctamente a la luz del planeta tierra y los ciclos de oscuridad; cuando mejor lo haga, más energía se tendrá y mejor funcionara su metabolismo y más tiempo vivirá.

### REFERENCIAS

1. Richman EL, Stampfer MJ. Weight loss and mortality in the elderly: separating cause and effect. *J Intern Med.* 2010 Aug;268(2):103-5.
2. Sampson G. Weight loss and malnutrition in the elderly--the shared role of GPs and APDs. *Aust Fam Physician.* 2009 Jul;38(7):507-10.
3. Hays NP, Roberts SB. The anorexia of aging in humans. *Physiol Behav.* 2006 Jun 30;88(3):257-66.
4. Wernette CM, White BD, Zizza CA. Signaling proteins that influence energy intake may affect unintentional weight loss in elderly persons. *J Am Diet Assoc.* 2011 Jun;111(6):864-73.
5. Miller SL, Wolfe RR. The danger of weight loss in the elderly. *J Nutr Health Aging.* 2008 Aug-Sep;12(7):487-91.
6. McDonald RB, Ruhe RC. Changes in food intake and its relationship to weight loss during advanced age. *Interdiscip Top Gerontol.* 2010;37:51-63.
7. Idrovo AJ. Physical environment and life expectancy at birth in Mexico: an eco-epidemiological study. *Cad Saude Publica.* 2011 Jun;27(6):1175-84.
8. Le Bourg E. Forecasting continuously increasing life expectancy: what implications? *Ageing Res Rev.* 2012 Apr;11(2):325-8.
9. Palloni A, McEniry M. Aging and health status of elderly in Latin America and the Caribbean: preliminary findings. *J Cross Cult Gerontol.* 2007 Sep;22(3):263-85.
10. Jacobson A, Green E, Murphy C. Age-related functional changes in gustatory and reward processing regions: An fMRI study. *Neuroimage.* 2010 Nov 1;53(2):602-10.
11. Sturm K, Parker B, Wishart J, Feinle-Bisset C, Jones KL, Chapman I, et al. Energy intake and appetite are related to antral area in healthy young and older subjects. *Am J Clin Nutr.* 2004 Sep;80(3):656-67.
12. Kmiec Z. Central control of food intake in aging. *Interdiscip Top Gerontol.* 2010;37:37-50.
13. Lee JS, Kritchevsky SB, Tylavsky F, Harris TB, Ayanayon HN, Newman AB. Factors associated with impaired appetite in well-functioning community-dwelling older adults. *J Nutr Elder.* 2006;26(1-2):27-43.
14. Shahar DR, Yu B, Houston DK, Kritchevsky SB, Lee JS, Rubin SM, et al. Dietary factors in relation to daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *J Nutr Health Aging.* 2009 May;13(5):414-20.
15. Serra Prat M, Fernandez X, Ribo L, Palomera E, Papiol M, Serra P. [Loss of appetite in elderly people in the community and its relationship with functional capacity]. *Med Clin (Barc).* 2008 Apr 19;130(14):531-3.

16. Boyce JM, Shone GR. Effects of ageing on smell and taste. *Postgrad Med J.* 2006 Apr;82(966):239-41.
17. Depla M. [Natasja Essed: Flavor enhancement of food as a stimulant for food intake in elderly people]. *Tijdschr Gerontol Geriatr.* 2010 Sep;41(4):187; discussion -8.
18. Deidy HJ, Apolzan JW, Mattes RD, Campbell WW. Food form and portion size affect postprandial appetite sensations and hormonal responses in healthy, nonobese, older adults. *Obesity (Silver Spring).* 2010 Feb;18(2):293-9.
19. Parker BA, Chapman IM. Food intake and ageing--the role of the gut. *Mech Ageing Dev.* 2004 Dec;125(12):859-66.
20. Yao M, Roberts SB. Dietary energy density and weight regulation. *Nutr Rev.* 2001 Aug;59(8 Pt 1):247-58.
21. Krinke UB. The role of nutrition in healthy aging. *Minn Med.* 2002 Sep;85(9):34-9.
22. Roberts SB. Glycemic index and satiety. *Nutr Clin Care.* 2003 Jan-Apr;6(1):20-6.
23. Pasiakos SM, Caruso CM, Kellogg MD, Kramer FM, Lieberman HR. Appetite and endocrine regulators of energy balance after 2 days of energy restriction: insulin, leptin, ghrelin, and DHEA-S. *Obesity (Silver Spring).* 2011 Jun;19(6):1124-30.
24. Tsuneki H, Wada T, Sasaoka T. Role of orexin in the central regulation of glucose and energy homeostasis [Review]. *Endocr J.* 2012 Jan 28.
25. Donini LM, Savina C, Cannella C. Eating habits and appetite control in the elderly: the anorexia of aging. *Int Psychogeriatr.* 2003 Mar;15(1):73-87.
26. Trenell MI, Marshall NS, Rogers NL. Sleep and metabolic control: waking to a problem? *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007 Jan-Feb;34(1-2):1-9.
27. Trepanowski JF, Canale RE, Marshall KE, Kabir MM, Bloomer RJ. Impact of caloric and dietary restriction regimens on markers of health and longevity in humans and animals: a summary of available findings. *Nutr J.* 2011;10:107.
28. Donmez G, Guarente L. Aging and disease: connections to sirtuins. *Aging Cell.* 2010 Apr;9(2):285-90.
29. Mejean L, Stricker-Krongrad A, Lluch A. [Chronobiology, nutrition and metabolism]. *Pathol Biol (Paris).* 1996 Sep;44(7):603-9.
30. Halberg F. Some aspects of the chronobiology of nutrition: more work is needed on "when to eat". *J Nutr.* 1989 Mar;119(3):333-43.
31. Kapahi P, Chen D, Rogers AN, Katewa SD, Li PW, Thomas EL, et al. With TOR, less is more: a key role for the conserved nutrient-sensing TOR pathway in aging. *Cell Metab.* 2010 Jun 9;11(6):453-65.
32. Blagosklonny MV. Cell cycle arrest is not yet senescence, which is not just cell cycle arrest: terminology for TOR-driven aging. *Aging (Albany NY).* 2012 Mar 5.
33. Loewith R, Hall MN. Target of rapamycin (TOR) in nutrient signaling and growth control. *Genetics.* 2011 Dec;189(4):1177-201.
34. Blagosklonny MV. Molecular damage in cancer: an argument for mTOR-driven aging. *Aging (Albany NY).* 2011 Dec;3(12):1130-41.
35. Guarente L. Sirtuins as potential targets for metabolic syndrome. *Nature.* 2006 Dec 14;444(7121):868-74.
36. Park SJ, Ahmad F, Philp A, Baar K, Williams T, Luo H, et al. Resveratrol ameliorates aging-related metabolic phenotypes by inhibiting cAMP phosphodiesterases. *Cell.* 2012 Feb 3;148(3):421-33.
37. Reilly SM, Bhargava P, Liu S, Gangl MR, Gorgun C, Nofsinger RR, et al. Nuclear receptor corepressor SMRT regulates mitochondrial oxidative metabolism and mediates aging-related metabolic deterioration. *Cell Metab.* 2010 Dec 1;12(6):643-53.
38. Wenz T. Mitochondria and PGC-1 alpha in Aging and Age-Associated Diseases. *J Aging Res.* 2011;2011:810619.

Recibido: 03-05-2012

Aceptado: 04-10-2012

## Mejora en la sensibilidad a la insulina con un programa intensivo de cambio en el estilo de vida para control de obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención

*Díaz-Zavala RG, Esparza-Romero J, Moya-Camarena SY, Quihui L, Cisneros-Tapia R, Valencia ME.*

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A C.; Hermosillo, Sonora. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. Hospital Dr. Ignacio Chávez, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

**RESUMEN.** El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de un programa intensivo de cambio en el estilo de vida para el control de peso sobre la sensibilidad a la insulina en niños y adolescentes en el primer nivel de atención. El estudio incluyó a 42 niños y adolescentes de 9 a 17 años (n=23 grupo intensivo, n=19 grupo control) que participaron en un estudio clínico aleatorizado para el tratamiento de obesidad. El programa intensivo de cambio en el estilo de vida incluyó consultas mensuales con el médico del primer nivel de atención, asesoría dietética con el nutriólogo (semanal los primeros 3 meses y luego mensual) y 12 sesiones grupales en un protocolo de cambio de conducta. El grupo control incluyó solamente las consultas médicas mensuales. La sensibilidad a la insulina se estimó por el índice de sensibilidad a la insulina (ISI(0,120)) al inicio y a los 6 meses de intervención. Los niños y adolescentes del programa intensivo mostraron un mayor efecto en la sensibilidad a la insulina a los 6 meses en comparación al grupo control ([media  $\pm$  DE], + 46.8  $\pm$  56 vs. + 5.6  $\pm$  47, diferencia 41.2 [IC 95%, 8.5, 73.9], p= 0.01) y 65% lograron aumentar la sensibilidad a la insulina >9 unidades vs. 32% en el grupo control (p=0.03). Este estudio muestra evidencia preliminar que un programa intensivo de cambio en el estilo de vida puede ser un modelo alternativo para mejorar la sensibilidad a la insulina en los niños y adolescentes con obesidad en el primer nivel de atención.

**Palabras clave:** Resistencia a la insulina, obesidad, niños, primer nivel de atención.

**SUMMARY. Improvement of insulin sensitivity after an intensive lifestyle program for youth's weight management in the primary care.** The aim of this study was to evaluate an intensive lifestyle intervention for weight management among youth in a primary care setting on insulin sensitivity, compared to a control group. The study included 42 youths 9-17 years old (n=23 intensive lifestyle intervention, n=19 control group) who completed a randomized trial for weight management in a primary care setting which included an oral glucose tolerance test. The intensive lifestyle intervention included monthly consultations with the primary care physician, nutrition counseling with a registered dietitian (weekly first 3 months and then monthly) and 12 group sessions in a behavioral change protocol. The control group attended monthly consultations with the primary care physician. Insulin sensitivity was estimated by the Insulin Sensitivity Index ISI(0,120) at baseline and 6 months post-treatment. At 6 months, the mean  $\pm$  DE, increase in insulin sensitivity was greater in the intensive lifestyle intervention than the control group (+46.8  $\pm$  56 vs. +5.6  $\pm$  47, between-group difference 41.2 [CI 95%, 8.5, 73.9], p= 0.01). Sixty five percent of youths on the intensive lifestyle intervention increased insulin sensitivity over 9 units vs. 32% in the control group (p=0.03). This study shows preliminary evidence that an intensive lifestyle intervention program can be an alternative model to improve insulin sensitivity among youths in the primary care setting.

**Key words:** Insulin resistance, obesity, youth, primary care.

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas han habido modificaciones importantes al sistema alimentario global, la mecanización y urbanización, lo cual ha repercutido sustancialmente en cambios en la dieta y actividad física (1). Lo anterior, aunado a la falta de intervenciones y regulaciones apropiadas, ha generado un ambiente obesogénico y un concomitante aumento en la obesidad

en todas las edades alrededor del mundo. La obesidad en niños, tal como sucede en los adultos, puede llevar a un aumento en la resistencia a la insulina, que a su vez está relacionada con múltiples comorbilidades incluyendo diabetes tipo 2 (2, 3).

En estudios realizados en adultos se ha mostrado que a través de programas intensivos de cambio en el estilo de vida (PICEV) que incluyen protocolos de cambio de conducta y la participación de otros pro-

fesionales de salud, se puede prevenir la diabetes tipo 2 en un 58%, en personas en riesgo (4, 5). Dicho beneficio ha sido en buena medida por el mejoramiento en la sensibilidad a la insulina (6). Paralelamente, se están realizando estudios de intervención enfocados a mejorar la sensibilidad a la insulina en la población pediátrica con resultados prometedores. En este sentido, la pérdida de peso y el ejercicio han mostrado ser estrategias efectivas (7, 8). Sin embargo, se carece de intervenciones que puedan ser extrapolables a las condiciones del primer nivel de atención, especialmente en países en vías de desarrollo donde la carga por enfermedades derivadas de la obesidad es cada vez mayor.

El primer nivel de atención por su amplia cobertura a la población representa un punto estratégico para combatir la resistencia a la insulina y sus problemas asociados a través del tratamiento de la obesidad. No obstante, diversos estudios han mostrado que una alta proporción de los proveedores de salud de los niños y adolescentes, no diagnostican ni tratan la obesidad debido a diversas causas como la falta de tiempo, falta de herramientas para su manejo, así como la falta de protocolos efectivos (9). Nuestro grupo realizó un estudio clínico aleatorizado donde se evaluó un PICEV -un médico de primer contacto apoyado por el nutriólogo y un protocolo de cambio de conducta- vs. un grupo control en el tratamiento de la obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención. Al año de intervención, se encontró una diferencia de peso de 6.4 kg, 2.2 unidades de IMC (Índice de Masa Corporal,  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) y 6.8 cm de cintura a favor del PICEV (10). Con la finalidad de evaluar el efecto del PICEV en la sensibilidad a la insulina, se invitó a los participantes a una prueba de tolerancia a la glucosa y mediciones de insulina al inicio y a los 6 meses de la intervención.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los métodos, la intervención y el efecto del programa en el control de peso a 6 y 12 meses se han descrito previamente (10). El presente, es un análisis secundario del efecto del PICEV sobre la sensibilidad a la insulina en los niños y adolescentes que permanecieron en el estudio después de 6 meses del inicio de la intervención y que además contaron con mediciones de sensibilidad a la insulina. De los 76 niños y adolescentes que iniciaron el estudio (38 aleatorizados al

PICEV y 38 al grupo control), hubo 26 deserciones a los 6 meses: 13 en el PICEV (causas: 5 nunca asistieron, 4 problemas para asistir, 2 no quisieron continuar, 1 pérdida de interés, 1 problemas familiares) y 13 en el grupo control (causas: 6 nunca asistieron, 2 no quisieron continuar, 3 pérdida de interés, 1 problemas familiares, 1 inconformidad con resultados). Adicionalmente, 2 niños del PICEV y 3 niños del grupo control no contaron con muestras para la estimación de la sensibilidad a la insulina y 3 niños del grupo control fueron descartados por mostrar datos de hipoglucemia ( $<65 \text{ mg}/\text{dL}$ ). La muestra final para el análisis incluyó a 42 niños (23 del PICEV y 19 del grupo control). Solamente se hicieron mediciones de sensibilidad a la insulina al inicio y a los 6 meses de la intervención.

Todos los participantes y sus padres otorgaron su consentimiento por escrito antes de participar en el estudio. El estudio fue aprobado por el comité de ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD). Los participantes fueron reclutados en un periodo de 2.5 meses en el hospital Dr. Ignacio Chávez del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora el cual tiene dentro de sus instalaciones el área de primer nivel de atención. Este centro está ubicado en Hermosillo, una ciudad urbanizada del estado de Sonora en la región norte de México. El reclutamiento se hizo a través de folletos, anuncios, remisiones por médicos, anuncios en diario local y radio, y a través de la invitación a pacientes que participaron en un estudio transversal realizado por nuestro grupo.

Los criterios para participar en el estudio fueron los siguientes: tener entre 9 y 17 años de edad, un IMC mayor al percentil 95 basado en las tablas de crecimiento de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (11) o un IMC mayor al percentil 90 además de una cintura mayor al percentil 90, padres o tutores con interés en el control de peso de sus hijos y disposición a asistir a sesiones educativas. Los criterios de exclusión incluyeron: intolerancia a la glucosa o diabetes tipo 2, enfermedades psiquiátricas, o cualquier otra condición médica que pudiera afectar la participación en el estudio; uso de medicamentos para la obesidad o la participación en cualquier programa de control de peso o de actividad física de forma estructurada. También se consideró como criterio de exclusión, la pérdida de peso en los últimos cuatro meses previos al estudio.

Las mediciones de las variables de interés se efectuaron en el periodo de un mes a todos los participantes en las instalaciones del CIAD. Posteriormente, un experto en estadística no involucrado con las mediciones o reclutamiento asignó aleatoriamente a los participantes 1:1 al PICEV o al grupo control mediante una aleatorización estratificada por sexo utilizando una secuencia de números generada por un programa de cómputo. El personal que midió el peso, la talla y la composición corporal (mediante absorciometría dual de rayos X [DXA, por sus siglas en inglés]), así como los que efectuaron los análisis de laboratorio (glucosa o insulina), fueron cegados al grupo de asignación.

En la Tabla 1 se resumen los componentes del PICEV y el grupo control (10). El PICEV incluyó un programa de cambio de conducta, consultas de nutrición y las consultas médicas. El programa de cambio de conducta se basó en el *programa Cambia* el cual es un manual de trabajo con ilustraciones diseñado específicamente para niños y adolescentes (10). Dicho programa fue el resultado de la adaptación del programa *Shapedown* (12) y el cual se modificó sustancialmente tras efectuar 2 estudios piloto que incluyeron en total a 31 niños y adolescentes de diferentes niveles socioeconómicos de nuestra población.

El programa Cambia se implementó en 12 sesiones semanales de 2 horas durante los 3 primeros meses de la intervención. Las sesiones se conformaron por 10 niños/adolescentes aproximadamente, de edad similar y se llevaron a cabo bajo la dirección de un nutriólogo con experiencia en la implementación del programa. Los participantes eligieron sus propias metas respecto lograr mejoras en la actividad física y dieta con ayuda del instructor. Dichas metas se revisaron y renovaron en cada sesión. A lo largo del programa de cambio de conducta los niños utilizaron técnicas del cambio de conducta como el auto monitoreo (anotar en formatos especialmente diseñados la actividad física realizada en la semana, el tiempo viendo televisión o el apego a la dieta), establecimiento de metas (se proponían metas específicas y firmaban un compromiso), entre otras. En cada sesión se reconoció el logro de objetivos y se premió con una firma y elogios delante del grupo. Los niños fueron advertidos que se premiaría con un obsequio sorpresa (simbólico) al final del curso a los que obtuvieran una mayor cantidad de firmas. Todas las sesiones finalizaron con un breve tiempo para dinámicas o juegos a fin de hacer más atractivo el pro-

grama para los niños.

En la Tabla 1 se muestran los temas abordados en el programa de cambio de conducta. Paralelo a las sesiones con los niños y adolescentes, los padres asistieron a 6 sesiones donde se abordaron diversos temas de nutrición, el control de estímulos (modificar el ambiente del hogar en pro de estilos de vida más sanos [ejemplo, no comprar bebidas azucaradas o comida alta en grasas, entre otros]) y la importancia de el apoyo familiar para lograr los resultados. Los padres fueron motivados a ser modelos de sus hijos y perder peso en caso de que tuvieran exceso del mismo.

TABLA 1  
Componentes de las 2 intervenciones

---

***Programa Intensivo de Cambio en el Estilo de Vida***

◆ Protocolo de cambio de conducta (12 sesiones grupales de 2 horas durante las primeras 12 semanas).

Áreas que aborda el protocolo de cambio de conducta:

- Autoevaluación del impacto de la obesidad en área emocional, social y física
- Autoevaluación de los beneficios potenciales de lograr un peso saludable
- Capacitación en el manejo de técnicas de cambio de conducta
- Aprendizaje de los principios para tener éxito en el programa
- Concientización de los efectos de la obesidad en la salud
- Aprendizaje sobre cómo obtener el apoyo a familia y amigos
- Aprendizaje sobre cómo manejar las heridas emocionales y valorarse a si mismo
- Aprendizaje sobre el manejo adecuado del tiempo libre
- Aprendizaje sobre tener un estilo de vida activo
- Aprendizaje sobre una dieta saludable, nutrición, regulación del peso corporal, calorías
- Aprendizaje sobre cómo lograr una comunicación asertiva y aprender a decir no.

Programa incluye además 6 sesiones grupales con los padres sobre temas de nutrición, actividad física y obesidad.

◆ Consultas con nutriólogo. Primeros 3 meses semanal y posteriormente mensual. Dieta individualizada.

◆ Consultas con el médico. Mensualmente.

Aspectos médicos de la obesidad.

***Grupo Control***

Consultas con el médico. Mensualmente.

Recomendaciones sobre dieta y actividad física.

---

Los niños del PICEV asistieron también a consultas semanales con el nutriólogo durante los 3 primeros meses y posteriormente de forma mensual. Los niños recibieron una dieta individualizada de 1200 a 1800 kilocalorías dependiendo el peso y actividad física del niño/adolescente (10). Se usó el semáforo de salud como modelo de orientación en nutrición desarrollado por nuestro grupo, el cual integra el sistema mexicano de alimentos equivalentes. Además, el modelo utiliza los colores del semáforo para fomentar los alimentos ubicados en el color verde, no excederse en de color amarillo y limitar en lo posible los ubicados en el color rojo. Se promovió una pérdida de peso gradual o un mantenimiento del peso a la par con el crecimiento. El enfoque fue mejorar las conductas (dieta y actividad física) más que en llevar a cabo una dieta rígida. Los niños del grupo del PICEV no recibieron sesiones de ejercicio como parte de la intervención como se ha hecho en muchos estudios, sino que se trabajó en que fueran incrementando gradualmente su nivel de actividad física. Esto se hizo debido a que son las condiciones típicas de los centros de primer nivel de atención, donde no se cuenta con instalaciones para realizar actividad física. Adicionalmente, los niños del PICEV recibieron consultas médicas de 10-15 minutos cada mes donde fueron monitoreados en su percentil del IMC para edad y sexo, presión arterial u otros aspectos médicos, además de recibir reforzamiento y motivación para lograr el cambio de conducta.

En el grupo control los niños y adolescentes solamente recibieron consultas médicas mensuales de 10 a 15 minutos. En las consultas se monitoreó el percentil del IMC para edad y sexo. Las recomendaciones por los médicos consistieron en realizar progresivamente 30 minutos de actividad física la mayoría de los días de la semana, no ver la televisión por más de 2 horas y seguir una dieta acorde a la pirámide de alimentos (la cual se adaptó para contener alimentos típicos de la región). Se recomendó también a los padres que adoptaran patrones de alimentación sanos para facilitar el cambio de conducta en sus hijos. Los médicos que participaron en la implementación del estudio recibieron capacitación previa en obesidad antes del inicio de la intervención (10).

Se instruyó a los participantes a no hacer ejercicio o actividad física extenuante el día previo a las mediciones. Los niños y adolescentes se presentaron en la unidad metabólica del CIAD en ayuno. El peso se

midió con una báscula digital (AND FV-150KA1, A&C Co Japan) y la talla con un estadiómetro calibrado (Holtain LTD. UK) (13) El IMC y el puntaje Z del IMC se obtuvieron mediante el programa Epi Info (versión 3.3.2, 2005. Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta, GA, USA) (11). La cintura se midió a nivel de la cicatriz umbilical y en el punto medio entre la cresta iliaca y la última costilla. Ambas mediciones se efectuaron tanto en posición supina como de pie. En el presente trabajo se reportan los datos de cintura a nivel umbilical en posición supina debido a que el cambio en esta medición tuvo una mejor correlación con el cambio en la sensibilidad a la insulina. La grasa corporal se determinó mediante DXA utilizando un densitómetro, Lunar DPX-MD (GE Lunar Corporation, Madison, WI, US).

Se realizó una prueba de tolerancia a la glucosa a los participantes al inicio y a los 6 meses de la intervención. Se obtuvieron muestras de sangre en ayuno y a las 2 horas después de una carga con 75 g de glucosa (Glutol; Paddock Lab Inc. MN, USA). A partir de dichas muestras se obtuvieron los niveles de glucosa e insulina basales y posprandiales de 2 horas. La insulina se determinó por radioinmunoensayo utilizando el procedimiento Coat-A-Count (Iso-Data, IL USA) y la glucosa por el método de la glucosa oxidada. A partir de los datos de glucosa e insulina se estimó el índice de sensibilidad a la insulina ( $ISI_{(0, 120)}$ ) con la siguiente fórmula:  $ISI_{(0, 120)} = 75,000 + (\text{Glucosa } 0 - \text{Glucosa } 120) (\text{mg/dl}) \times 0.19 \times \text{Peso corporal}(\text{kg})/120 \times (\text{media de glucosa } (0, 120)) (\text{mg/dl}) \times \text{Log} (\text{media de insulina } (0,120)) (\text{mU/l})$  (14). El  $ISI_{(0, 120)}$  ha sido validado contra el clamp euglicémico (14, 15). No se usó la insulina basal o estimaciones con fórmulas basadas en valores de insulina y glucosa basales (ejemplo HOMA-IR) debido su baja confiabilidad para estimar sensibilidad a la insulina en niños (16). Como un acercamiento a la maduración biológica de los niños y adolescentes, se mostró a estos una gráfica con los diferentes estadios de Tanner para que ubicaran su propio desarrollo. No se hizo una valoración directa del estadio de desarrollo, ya que muchos niños y adolescentes podrían por pena a la evaluación, no participar en el estudio.

Los datos se muestran como medias y sus desviaciones estándar, errores estándar o intervalos de confianza al 95% según se especifique. Sin embargo, las diferencias entre grupos se analizaron mediante pruebas

no paramétricas (Mann-Whitney) cuando los datos no mostraron un comportamiento normal y con pruebas de t para muestras independientes cuando los datos tuvieron un comportamiento normal. La comparación de proporciones se evaluó con la prueba de chi-cuadrada comparando el porcentaje de niños o adolescentes entre grupos que lograron los mayores cambios en la sensibilidad a la insulina (>50 percentil de los cambios [equivalente a un aumento >9 unidades de  $ISI_{(0, 120)}$ ]). También se efectuaron análisis de correlación de Spearman para ver las variables asociadas al cambio en la sensibilidad a la insulina. Se consideró un valor de  $p \leq 0.05$ , utilizando pruebas de dos colas como criterio para indicar significancia estadística. Todos los análisis se efectuaron utilizando el programa NCSS 2007 (Number Cruncher Statistical System for Windows, Kaysville, UT, USA).

## RESULTADOS

De los 76 niños y adolescentes que iniciaron el estudio (n=38, PICEV y n=38 grupo control), solamente 23 (60%) de los participantes aleatorizados al PICEV y 19 (50%) del grupo control permanecieron en el estudio y contaron con mediciones para estimar los cambios en la sensibilidad a la insulina a los 6 meses. No hubo diferencias significativas en las características basales entre los niños del presente estudio y los no incluidos ( $P > 0.05$ ). La asistencia a las sesiones de actividades planeadas del estudio por parte de los niños y adolescentes del PICEV fue la siguiente: protocolo de cambio de conducta niños 77% y padres 62%, consulta con nutriólogo 68%, consulta médica 52%. En el grupo control la asistencia a las consultas médicas planeadas fue del 55%.

Tanto el PICEV como el grupo control fueron similares en sus características tras el proceso de aleatorización. Al inicio del estudio, no hubo diferencia en los años de estudio de los padres del PICEV y el grupo control ( $14.5 \pm 3.39$  vs.  $13.9 \pm 3.17$ ;  $p=0.52$ ), ni en el ingreso mensual ( $12,943 \pm 10,411$  vs.  $12,142 \pm 6,975$  [pesos mexicanos];  $p=0.71$ ). Tampoco hubo diferencias significativas entre grupos en

los parámetros de obesidad, glucosa basal, glucosa de 2 horas, insulina basal, insulina de 2 horas e  $ISI_{(0, 120)}$  (Tabla 2). El estadio de Tanner reportado por los niños y adolescentes para el grupo PICEV y el grupo control respectivamente, fue de la siguiente manera: 1 (21.7% vs. 21.1%), 2 (34.8% vs. 57.9%), 3 (21.7% vs. 5.3%), 4 (21.7% vs. 15.8%) y 5 (0% vs. 0%),  $p=0.33$ .

Después de 6 meses de intervención, los participantes del PICEV mejoraron los parámetros de obesidad e insulina en ayuno con respecto al grupo control, sin diferencias significativas en la talla, glucosa en ayuno y glucosa e insulina de 2 horas (Tabla 3). Tanto el grupo PICEV como el grupo control, mejoraron en promedio la sensibilidad a la insulina, (media  $\pm$  DE) ( $+46.8 \pm 56$  vs.  $+5.6 \pm 47$ ,  $p=0.01$ ), diferencia entre grupos e IC95% (41.2 [IC 95%, 8.5, 73.9]). Sin embargo, el efecto del PICEV fue superior (Figura 1). Por último, más del doble de participantes del PICEV lograron los aumentar la sensibilidad a la insulina por arriba de 9 unidades (>50 percentil de los cambios) en comparación al grupo control (65% vs. 31.6%,  $p=0.03$ ) (Figura 2).

TABLA 2.  
Características de los participantes tratados por el Programa Intensivo de Cambio en el Estilo de Vida (PICEV) y el Grupo Control antes de la intervención

Característica	PICEV (n = 23) media $\pm$ DE	Grupo Control (n = 19) media $\pm$ DE	Valor P*
Sexo, M/F	11/12	8/11	---
Edad, años	11.7 $\pm$ 2.2	11.7 $\pm$ 2.0	0.98
Peso, kg	73.0 $\pm$ 20	69.3 $\pm$ 15	0.51
Talla, cm	154 $\pm$ 11	154 $\pm$ 8	0.84
IMC, ‡ kg/m <sup>2</sup>	30.3 $\pm$ 5.4	29.1 $\pm$ 4.5	0.45
IMC, ‡ puntaje Z	2.13 $\pm$ 0.4	2.07 $\pm$ 0.3	0.52
Circunferencia de cintura, cm	94.7 $\pm$ 11.8	94.6 $\pm$ 10.2	0.96
Grasa corporal, %	48 $\pm$ 4	47 $\pm$ 5	0.58
Glucosa, mg/dL	86 $\pm$ 8	91 $\pm$ 8	0.08
Glucosa 2 hrs, mg/dL	109 $\pm$ 15	105 $\pm$ 16	0.36
Insulina ayuno, $\mu$ U/mL	7.5 $\pm$ 4.4	7.4 $\pm$ 2.3	0.21
Insulina 2 hrs, $\mu$ U/mL	28.8 $\pm$ 22	30.5 $\pm$ 17	0.37
$ISI_{(0, 120)}$	99 $\pm$ 29	95 $\pm$ 22	0.67

\* Prueba de t para muestras independientes, excepto insulina en ayuno e insulina 2 hrs con prueba de Mann-Whitney. ‡ IMC: índice de masa corporal.

TABLA 3

Cambios en indicadores de obesidad, glucosa e insulina a los 6 meses de intervención mediante un Programa Intensivo de Cambio en el Estilo de Vida (PICEV) y un Grupo Control

Variable	PICEV (n=23) Medias ± DE	Grupo Control (n=19) Medias ± DE	Efecto de tratamiento* Medias (IC 95%)	Valor P‡
Peso, kg	-2.9 ± 3.7	2.6 ± 3.5	-5.5 (-7.8, -3.3)	<0.001
Talla, cm	2.5 ± 1.4	3.1 ± 1.6	0.6 (-1.6, 0.3)	0.15
IMC, † kg/m <sup>2</sup>	-2.1 ± 1.4	0.0 ± 1.4	-2.1 (-2.9, -1.2)	<0.001
IMC, † puntaje Z	-0.27 ± 0.21	-0.09 ± 0.13	-0.18 (-0.29, -0.07)	0.001
Circunferencia cintura, cm	-3.5 ± 4.4	-0.09 ± 2.6	-3.4 (-5.6, -1.2)	0.002
Grasa corporal, %	-4.3 ± 3.3	-2.3 ± 3.8	-2 (-4.2, 0.2)	0.07
Glucosa, mg/dL	4.7 ± 8.2	2.4 ± 8.9	2.2 (-3.1, 7.6)	0.40
Glucosa 2 hrs, mg/dL	-2.3 ± 18.9	-0.5 ± 22.3	-1.8 (-14.7, 11.0)	0.77
Insulina ayuno, µU/mL	2.9 ± 5.6	7.0 ± 5.3	-4.1 (-7.6, -0.7)	0.03
Insulina 2 hrs, µU/mL	9.3 ± 25.4	22.9 ± 52.6	-13.6 (-40.7, 13.5)	0.66

\* Definido como el cambio del grupo estilo de vida menos el cambio del grupo control.

‡ Prueba de t para muestras independientes, excepto puntaje Z del IMC, circunferencia de cintura, insulina en ayuno e insulina 2 hrs con prueba de Mann-Whitney.

† IMC: índice de masa corporal

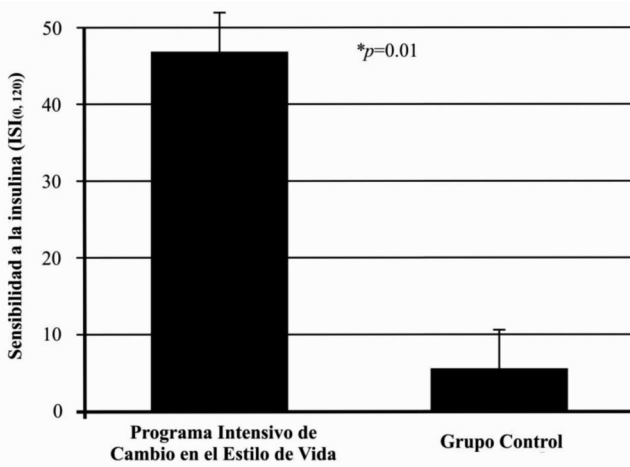
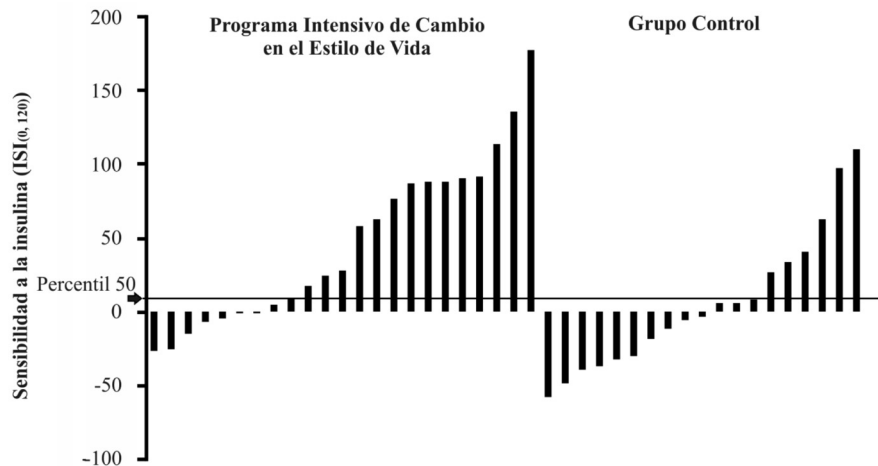


FIGURA 1.  
Cambios en sensibilidad a la insulina con Programa Intensivo de Cambio en el Estilo de Vida o Grupo Control tras 6 meses de intervención

\* Diferencia entre grupos con prueba de t para muestras independientes.

FIGURA 2  
Cambios individuales en sensibilidad a la insulina con Programa Intensivo de Cambio en el Estilo de Vida o Grupo Control tras 6 meses de intervención



El análisis de correlación de Spearman mostró una relación inversa entre el cambio en el  $ISI_{(0,120)}$  y el cambio en la cintura ( $r = -0.30$   $p = 0.05$ ), mientras que con el cambio en peso, IMC y Z-IMC, la relación no alcanzó significancia estadística ( $r = -0.25$  a  $-0.29$ ,  $p > 0.05$ ). Tampoco se observó una relación entre el cambio en porcentaje de grasa corporal total por DXA e  $ISI_{(0,120)}$  ( $r = -0.14$   $p = 0.34$ ).

## DISCUSIÓN

Las enfermedades asociadas a la resistencia a la insulina están en los primeros lugares de morbilidad y mortalidad en muchos países en vías de desarrollo, por lo que es prioritario contar con intervenciones efectivas para mejorar la sensibilidad a la insulina que tengan un alto potencial pragmático. El presente estudio mostró que un PICEV —consultas por el médico y el nutriólogo y un protocolo de cambio de conducta— puede representar un modelo alternativo para mejorar los parámetros de sensibilidad a la insulina en el primer nivel de atención. Los participantes del PICEV mejoraron la sensibilidad a la insulina con respecto al grupo control y también una mayor proporción (65% vs. 31.6%) lograron mejorar la sensibilidad a la insulina por arriba de 9 unidades. En nuestro conocimiento, este es el primer estudio de intervención en niños y adolescentes con un efecto positivo en la sensibilidad a la insulina en el primer nivel de atención. Lo anterior representa una vía potencial para la prevención oportuna de diabetes y otras comorbilidades asociadas a la resistencia a la insulina.

Es difícil establecer comparaciones de resultados con otras intervenciones por las diferencias en los indicadores usados para la medición de sensibilidad a la insulina y por las variaciones en los protocolos para la medición de insulina. Sin embargo, nuestros resultados concuerdan con estudios realizados fuera del primer nivel de atención, que muestran que mediante la pérdida de peso a través de la dieta y/o actividad física se puede mejorar la sensibilidad a la insulina en niños y adolescentes (7, 8). A diferencia de otras intervenciones con efecto en la sensibilidad a la insulina, (7, 8) en nuestro estudio no se ofrecieron sesiones de ejercicio, debido a que en los centros de primer nivel de atención no se cuenta con instalaciones para actividad física. Es probable que de ofrecerse sesiones de ejercicio, el impacto del programa sobre la sensibilidad a

la insulina podría ser aún mayor. Considerando que hubo una relación inversa entre el cambio en la circunferencia de la cintura y el cambio en  $ISI_{(0,120)}$ , el principal efecto del PICEV sobre la circunferencia de la cintura pudiera ser una de las razones de la mejoría observada en la sensibilidad a la insulina.

La diferencia en los resultados de los dos modelos de intervención radica posiblemente en el contraste entre ambos modelos. El protocolo de cambio de conducta utilizado en el PICEV tiene fundamento en modelos teóricos de cambio de comportamiento (17) y abarca diversos factores claves en el control de peso (educación en nutrición, apoyo social, conciencia de riesgos, desarrollo de habilidades y el manejo de emociones, etc.) (10), lo cual es difícil de abordar con un modelo de tratamiento tradicional. Así mismo, el PICEV incluye el empleo de técnicas de cambio de conducta, tales como el auto monitoreo que ha mostrado eficacia en el tratamiento de obesidad en adolescentes (18). Además, la intensidad del PICEV fue mucho mayor que en el grupo control. Una revisión sistemática reciente sobre intervenciones para el tratamiento de obesidad en niños y adolescentes, encontró que solamente los programas completos (que incluyen apoyo en dieta, actividad física y técnicas conductuales) con una intensidad mínima de al menos 26 hrs de intervención, tienen un efecto positivo consistente en los parámetros de obesidad (19). El PICEV empleó un total de 33 hrs vs. <2 hrs el grupo control. Finalmente, la participación del nutriólogo como parte del equipo de tratamiento pudo ser otro elemento importante del PICEV. Son numerosas las intervenciones con resultados positivos en el control de peso y sensibilidad a la insulina tanto en niños (7, 20) como en adultos (4, 5, 21, 22) donde la participación del nutriólogo o un equipo multidisciplinario ha sido crucial. El ejemplo más ilustrativo es el programa de prevención de diabetes (22). Finalmente, también es importante mencionar que el PICEV es un programa especialmente diseñado para niños y adolescentes que incluye breves dinámicas y juegos de diversión para fomentar la permanencia, lo cual difiere con el concepto de la consulta tradicional.

El modelo de intervención que se ofrece para el tratamiento de obesidad en niños y adolescentes en la práctica clínica contrasta con el modelo del PICEV. Frecuentemente el tratamiento tradicional es de muy baja intensidad o no incluye algún protocolo de cam-

bio de conducta validado o no involucra a profesionales en el área de la nutrición. Hay evidencia de que las intervenciones de ese tipo no tienen ningún efecto en el control de peso (tampoco se esperarían beneficios en sensibilidad a la insulina) (23, 24). Lo anterior debe considerarse para la definición de las prácticas o lineamientos en atención a la obesidad en niños y adolescentes, ya que el no considerarlo podría repercutir en el fracaso de éstas.

Una de las limitaciones del estudio es que solo se incluyó al 55% de los participantes aleatorizados al inicio. Aunque la deserción es un problema frecuente en las intervenciones en obesidad en niños y adolescentes (20, 25), ésta debe tomarse en cuenta ya que los que abandonan este tipo de estudios tienden a ser los participantes con menos apego y pérdida de peso, por lo que el efecto del programa en la sensibilidad a la insulina podría ser más conservador. Cabe mencionar que no hubo diferencias en las variables de inicio entre los que niños y adolescentes del presente estudio y los que no fueron incluidos.

### CONCLUSIONES

El primer nivel de atención definido por el Instituto de Medicina como “la provisión de servicios integrados y accesibles por los clínicos responsables de tratar la gran mayoría de las necesidades de salud, desarrollando una relación sostenida con los pacientes y la práctica en el contexto de la familia y la comunidad” debe ser considerado como un elemento fundamental en el combate de la obesidad y la resistencia a la insulina si se pretende tener un impacto en reducir las comorbilidades asociadas en la población. El presente estudio muestra evidencia preliminar de que un programa intensivo de cambio en estilo de vida -que incluye al médico apoyado del nutriólogo y un protocolo de cambio de conducta- podría ser un modelo alternativo para mejorar la sensibilidad a la insulina en los niños y adolescentes con obesidad en el primer nivel de atención. Se requieren más estudios de intervención con programas intensivos de cambio en el estilo de vida a mayor escala para verificar la generalización de los resultados encontrados.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Agencia Internacional de Ener-

gía Atómica por financiar parcialmente este estudio (ARCAL 6/059) y a CONACYT por la beca otorgada (RGDZ) (R/182996). También a los doctores: Alejandrina Santacruz, Floria Juárez, Griselda García Amavizca, Ausencio Cruz Gómez, Francisco Casillas y Marco Antonio Corrales por su valiosa colaboración en la implementación de la intervención. Así mismo, a las M. en C. Ana Cristina Gallegos, Alma Robles-Sardín, Consuelo Villegas y la Lic. en Nutrición Isabel Gardea, por su apoyo técnico en los estudios antropométricos, bioquímicos y fisiológicos.

### REFERENCIAS

1. Swinburn BA, Sacks G, Hall KD, McPherson K, Finnegood DT, Moodie ML, et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *The Lancet*. 2011;378(9793):804-14.
2. Cruz ML, Shaibi GQ, Weigensberg MJ, Spruijt-Metz D, Ball GDC, Goran MI. Pediatric obesity and insulin resistance: chronic disease risk and implications for treatment and prevention beyond body weight modification. *Annu Rev Nutr*. 2005;25(1):435-68.
3. Lee S, Gungor N, Bacha F, Arslanian S. Insulin resistance: link to the components of the metabolic syndrome and biomarkers of endothelial dysfunction in youth. *Diabetes Care*. 2007.
4. Diabetes Prevention Program Research G. Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes with Lifestyle Intervention or Metformin. *N Engl J Med*. 2002;346(6):393-403.
5. Group TDDPPR. The Diabetes Prevention Program (DPP). *Diabetes Care*. 2002;25(12):2165-71.
6. Diabetes Prevention Program Research G. Role of Insulin Secretion and Sensitivity in the Evolution of Type 2 Diabetes in the Diabetes Prevention Program. *Diabetes*. 2005;54(8):2404-14.
7. Shaw M, Savoye M, Cali A, Dziura J, Tamborlane WV, Caprio S. Effect of a Successful Intensive Lifestyle Program on Insulin Sensitivity and Glucose Tolerance in Obese Youth. *Diabetes Care*. 2009;32(1):45-7.
8. Bell LM, Watts K, Sifariakas A, Thompson A, Ratnam N, Bulsara M, et al. Exercise Alone Reduces Insulin Resistance in Obese Children Independently of Changes in Body Composition. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(11):4230-5.
9. Robinson TN. Obesity Prevention in Primary Care. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160(2):217-8.
10. Díaz RG, Esparza-Romero J, Moya-Camarena SY, Robles-Sardín AE, Valencia ME. Lifestyle Intervention in Primary Care Settings Improves Obesity Parameters

- among Mexican Youth. *J Am Diet Assoc.* 2010;110(2):285-90.
11. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data.* 2000;314:1-28.
  12. Mellin LM. Shapedown: weight management program for adolescents / workbook. Fifth Ed. Revised ed. USA: Balboa pub Co; 2002.
  13. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford University Press; 1990.
  14. Ten S, Maclaren N. Insulin Resistance Syndrome in Children. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89(6):2526-39.
  15. Gutt M, Davis CL, Spitzer SB, Llabre MM, Kumar M, Czarnecki EM, et al. Validation of the insulin sensitivity index (ISI<sub>0,120</sub>): comparison with other measures. *Diabetes Res Clin Pract.* 2000;47(3):177-84.
  16. Levy-Marchal C, Arslanian S, Cutfield W, Sinaiko A, Druet C, Marcovecchio ML, et al. Insulin Resistance in Children: Consensus, Perspective, and Future Directions. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(12):5189-98.
  17. Elder JP, Ayala GX, Harris S. Theories and intervention approaches to health-behavior change in primary care. *Am J Prev Med.* 1999;17(4):275-84.
  18. Berkowitz RI, Wadden TA, Tershakovec AM, Cronquist JL. Behavior Therapy and Sibutramine for the Treatment of Adolescent Obesity. *JAMA.* 2003;289(14):1805-12.
  19. Whitlock EP, O'Connor EA, Williams SB, Beil TL, Lutz KW. Effectiveness of Weight Management Interventions in Children: A Targeted Systematic Review for the USPSTF. *Pediatrics.* 2010.
  20. Savoye M, Shaw M, Dziura J, Tamborlane WV, Rose P, Guandalini C, et al. Effects of a Weight Management Program on Body Composition and Metabolic Parameters in Overweight Children: A Randomized Controlled Trial. *JAMA.* 2007;297(24):2697-704.
  21. Ashley JM, St Jeor ST, Schrage JP, Perumean-Chaney SE, Gilbertson MC, McCall NL, et al. Weight Control in the Physician's Office. *Arch Intern Med.* 2001;161(13):1599-604.
  22. Wylie-Rosett J, Delahanty L. An Integral Role of the Dietitian: Implications of the Diabetes Prevention Program. *J Am Diet Assoc.* 2002;102(8):1065-8.
  23. McCallum Z, Wake M, Gerner B, Baur LA, Gibbons K, Gold L, et al. Outcome data from the LEAP (Live, Eat and Play) trial: a randomized controlled trial of a primary care intervention for childhood overweight/mild obesity. *Int J Obes.* 2006;31(4):630-6.
  24. Wake M, Baur LA, Gerner B, Gibbons K, Gold L, Gunn J, et al. Outcomes and costs of primary care surveillance and intervention for overweight or obese children: the LEAP 2 randomised controlled trial. *BMJ.* 2009;339.
  25. Berkowitz RI, Fujioka K, Daniels SR, Hoppin AG, Owen S, Perry AC, et al. Effects of Sibutramine Treatment in Obese Adolescents: A Randomized Trial. *Ann Intern Med.* 2006;145(2):81-90.

Recibido: 24-05-12

Aceptado: 24-10-12

## Obesity with no metabolic syndrome and adipose tissue expansion based solely on risk factors and inflammatory marker of coronary heart disease in premenopausal women

Sabrina Alves Ramos, Adriano de Paula Sabino, Daniela Corrêa Ferreira, Jacqueline Isaura Alvarez-Leite

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Universidade Federal de São João Del-Rei,

Divinópolis, Brazil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

**SUMMARY.** The objective of this study was to analyze whether obese women with no metabolic syndrome (MetS) have increased cardiometabolic risk compared to non-obese women and to observe the correlations between adiposity and coronary heart disease (CHD) risk factors in metabolically healthy women. 20-40 year old non-obese (n=41), obese with no MetS (n=30) and obese with MetS (n=28) women were studied. Lipid profile, blood pressure, CHD family history, physical inactivity, high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), fibrinogen, interleukin-1 $\beta$  and tumor necrosis factor-alpha were analyzed. A subset of obese (13) and non-obese (33) women with no major components of MetS (except waist circumference) were further compared. Obese women with no MetS and non-obese women presented a similar metabolic profile that was statistically different from those seen in obese women with MetS. The number of obese women with no MetS and non-obese women presenting two or more risk factors (23.3 and 19.5%, respectively) or presenting high Framingham Risk Score (6.7 and 2.4%, respectively) were also similar. The only pro inflammatory protein correlated to waist circumference was hs-CRP. These data suggest that obesity with no MetS induce a CHD risk comparable to the risk seen in non-obese women. However, when women with no major components of MetS alone were considered, adiposity was positively correlated to blood pressure and hs-CRP. Although CHD risk of obese women with no MetS is closer to non-obese women, adipose tissue expansion was positively correlated to blood pressure and hs-CRP that are important risk factors for CHD.

**Key words:** Adipose tissue, cardiovascular disease, metabolic syndrome, obesity, women.

**RESUMEN.** **Obesidad sin síndrome metabólico y expansión del tejido lipídico basado exclusivamente en factores de riesgo e marcador inflamatorio de la enfermedad coronaria en mujeres en la pré-menopausia.** El objetivo de esta investigación fue analizar si las mujeres obesas que no tienen el síndrome metabólico (MetS), tienen riesgo cardiometabólico aumentado comparado con mujeres no obesas y observar las correlaciones entre factores de riesgo de la adiposidad y la enfermedad coronaria del corazón (CHD) en mujeres metabólicamente saludables. Fueron estudiadas mujeres de 20-40 años de edad no-obesas (n=41), obesas sin MetS (n=30) y obesas con MetS (n=28). Se analizaron también factores tradicionales de riesgo y marcadores inflamatorios. Un sub conjunto de mujeres obesas (13) y no obesas (33) sin componentes mayores de MetS fueron comparados adicionalmente. Mujeres obesas sin MetS y mujeres no obesas evidenciaron un perfil metabólico semejante, estadísticamente diferente de lo visto en mujeres obesas con MetS. El número de mujeres obesas sin MetS y no obesas que presentaban dos ó más factores de riesgo (23.3 y 19.5%, respectivamente) ó presentaban riesgo alto con Framingham (6.7 y 2.4%, respectivamente) también fueron semejantes. Estos datos sugieren que la obesidad sin MetS induce un riesgo de CHD comparable al riesgo observado en mujeres no obesas. Sin embargo, cuando las mujeres sin componentes importantes del MetS únicamente fueron llevadas en cuenta, la adiposidad fue correlacionada a la presión sanguínea y a la hs-CRP. Aunque el riesgo de la CHD de mujeres obesas sin MetS sea más próximo al de mujeres no obesas, la expansión del tejido adiposo fue positivamente correlacionado a la presión sanguínea y a la hs-CRP, ambos importantes factores de riesgo para la CHD. **Palabras clave:** Tejido adiposo, enfermedad cardiovascular, síndrome metabólico, obesidad, mujeres.

### INTRODUCTION

Obesity is a risk factor in insulin resistance, diabetes, dyslipidemia, hypertension, systemic inflammation, thrombosis and mortality (1-3). It has been associated to an increased risk of developing coronary

heart disease (CHD) (2, 4). Nowadays, a subset of obese individuals has been described as metabolically healthy obese, since they appear to be protected from development of cardiometabolic alterations associated with obesity. These metabolically healthy but obese individuals, despite having large quantities of adipose

tissue, preserve insulin sensitivity and favorable lipid profile (5-7). In the present study, our goal was to analyze if obese women with no MetS have increased cardiometabolic risk compared to non-obese women as well as observing the possible correlations between adiposity and CHD risk factors in metabolically healthy women.

## MATERIALS AND METHODS

### Subjects

This is a pilot study which is descriptive, observational and cross-sectional. Two hundred sixty seven women between 20 and 40 years old who were assisted in nutritional care clinics (Belo Horizonte, Brazil) were recruited. Exclusion criteria included pregnancy, history of CHD, inflammatory or infectious disease, steroid use, hormone use except for contraceptives or drugs not related to the treatment of diabetes mellitus (8), hypertension and dyslipidemia. Among them, 189 women were eligible for the study and 99 (52.4%) agreed to participate. The study was approved by the Ethics Committees of the Federal University of Minas Gerais (ETIC217/08) and was conducted in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki. All subjects provided written informed consent.

### Adiposity measurements and risk factors

Trained health professionals performed the data collection. Information regarding age, smoking, physical activity, CHD family history, illnesses, and medications were collected. Smoking at least one cigarette per day for the previous year was considered to be current tobacco use (1). Regular exercise was classified as engaging in sports or other exercise three or more times per week (9).

Body mass index (BMI) was calculated as weight in kilograms divided by height in square meters. Waist circumference (WC) was measured at the midpoint between the last rib and iliac crest (10). Body fat percentage was measured by bioelectrical impedance (Biodynamics 8.01, model 310, Brazil). Blood pressure was measured as previously recommended (11).

All individuals were instructed to avoid alcohol, caffeine and cigarettes on the day before the blood collection and anthropometric assessment. Blood samples were obtained from the antecubital vein after 12h of fasting, and biochemical analysis of glucose, total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol

(HDL-c) and triglycerols (TAG) were performed using commercial kits (Labtest Diagnostica SA, Brazil). Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-c) was calculated using the Friedewald equation. Kits for enzyme-linked immunosorbent assay were used to assess circulating levels of interleukin (IL)-1 $\beta$  and tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) (R & D Systems, Minneapolis, MN, USA), fibrinogen and high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) (Immunology Consultants Laboratory, Newberg, OR, USA).

### Definitions and outcomes

Women were categorized as obese according to BMI (BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>) and non-obese (BMI = 18.5-29 kg/m<sup>2</sup>) and then stratified into 3 groups: non-obese (n=41); obese with no MetS (n=30) and obese with MetS (n=28).

MetS was defined according to the American Heart Association (10) as the presence of three or more of the following conditions: abdominal obesity (WC  $\geq 88$  cm), low levels of HDL-c ( $< 50$  mg/dL), hypertriglyceridemia ( $\geq 150$  mg/dL), hypertension (systolic  $\geq 130$  mmHg, diastolic  $\geq 85$  mmHg), altered blood fasting glucose ( $\geq 100$  mg/dL) or use of specific medication for those alterations. Metabolically healthy women were defined as those with no MetS criteria, except for increased WC. Traditional risk factors for CHD was defined as described at The Adult Treatment Panel III, and the risk of CHD over 10 years was estimated using the Framingham algorithm (12). Diabetes mellitus was defined as plasma fasting glucose  $\geq 126$  mg/dL or use of insulin or other hypoglycemic agents and categorized as a coronary event equivalent (12).

### Statistical analyses

The sample size was calculated considering the prevalence of MetS and obesity in the Brazilian population (13) and based on the requirements of a minimal significant difference equal to one standard deviation and 90% power. A sample size of 27 patients per study group was determined.

The data were assessed by the D'Agostino-Pearson test, following ANOVA, Bonferroni and t tests for parametric data or Kruskal-Wallis, Dunn and Mann-Whitney tests for non parametric data. Continuous variables were presented as media and standard error or median and interquartile range. Categorical variables were represented as frequencies after chi-square or Fisher exact test analyses. Spearman correlation coefficients were calculated to evaluate correlations bet-

ween adiposity and risk factors. The level of significance of 5% was considered significant.

To avoid bias, women in use of hypoglycemic and antihypertensive agents were excluded from analyses of continuous variables and their correlations.

In the following analysis, only obese and non-obese metabolically healthy women with no alterations of blood pressure, blood lipids and glucose were compared, 13 and 33 women in each group, respectively.

The data were analyzed using a Minitab version 15 or GraphPad Prism software 7.0.

## RESULTS

All 99 voluntaries completed the experiment. The use of hypoglycemic drugs and contraceptives were similar among groups, although the use antihypertensive agents were more frequent in obese women with MetS group. None of the women were in use of anti-lipidemic agents. The frequency of class I, II and III obesity were similar between obese women's groups and more than 65% were classified as class I obesity (data not shown). All parameters not related to MetS as well as hs-CRP were similar between both obese individuals' groups (Table 1). TNF- $\alpha$  was not detected in subject from all groups.

Regarding the components of MetS, diastolic and systolic blood pressures were statistically different among three groups (Table 1). On the other hand, glycemia and HDL-c levels were similar in both groups with no MetS and lower than those seen in women with MetS. Despite its relevance as a component of MetS, hypertriglyceridemia was similar in all groups (Table 1). When all women, with and with no medications, were compared, the statistical differences were kept the same for all parameters (data not shown).

The frequency of hypertension and increased WC were higher in obese individuals with no MetS compared to non-obese group. Nonetheless, the frequencies of other MetS components (hypertriglyceridemia and low HDL-c, hyperglycemia) were similar in non-obese and obese women with no MetS (Table 2). The frequency of major cardiovascular risk factors that were not components of MetS was also analyzed. Once again, non-obese and obese women with no MetS presented similar results (Table 2). High HDL-c, an atheroprotective factor, was seen only in non-obese and obese women with no MetS groups. DM, smoking, LDL-c above optimal levels and physical inactivity were similar among three groups (Table 2), although positive family history of CHD strongly tended to be higher in obese with MetS ( $p=0.058$ ) compared to non-obese group.

TABLE 1  
Characteristics 20-40 year old non-obese, obese with no MetS and obese with MetS women, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil\*

Variables	Non-obese (n=41)	Obese with no MetS (n=30)	Obese with MetS (n=28)	P Value
Age (years)	31.0 + 0.9	31.9 + 0.9	33.9 + 0.9	0.081
% Body Fat	31.8 + 0.8 <sup>a</sup>	39.1 + 0.6 <sup>b</sup>	39.4 + 0.9 <sup>b</sup>	<0.001
Waist circumference (cm)	77,0 + 11,0 <sup>a</sup>	95,0 + 12,0 <sup>b</sup>	98,8 + 14,8 <sup>b</sup>	<0.001
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	23.9 + 3.7 <sup>a</sup>	33.3 + 5.3 <sup>b</sup>	34.2 + 4.8 <sup>b</sup>	<0.001
Systolic Blood Pressure (mmHg) ‡	104.5 ± 10.7 <sup>a</sup>	116.8 ± 20.5 <sup>b</sup>	123.6 ± 20.4 <sup>c</sup>	<0.001
Diastolic Blood Pressure (mmHg) ‡	72.3 ± 10.8 <sup>a</sup>	81.6 ± 10.6 <sup>b</sup>	89.7 ± 20.3 <sup>c</sup>	<0.001
HDL cholesterol (mg/dL)	52.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	50.1 ± 2.6 <sup>a</sup>	37.1 ± 1.6 <sup>b</sup>	<0.001
Fasting Blood Glucose (mg/dL) ‡	83.4 ± 1.9 <sup>a</sup>	81.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	91.3 ± 5.7 <sup>b</sup>	0.050
Triacylglycerol (mg/dL)	69.2 ± 5.1	72.0 ± 8.6	108.2 ± 24.1	0.244
Fibrinogen (ng/mL)	1263 + 238	1200 + 168	989 + 120	0,329
Interleukin-1 $\beta$ (pg/mL)	58.0 + 30.4	54.1 + 7.5	49.9 + 44.8	0,187
Hs-C-Reactive Protein (mg/L)	2.3 + 2.2 <sup>a</sup>	4.4 + 3.6 <sup>b</sup>	4.5 + 4.9 <sup>b</sup>	0.012

\* Data are presented as media  $\pm$  standard error (ANOVA and Bonferroni tests) or median  $\pm$  interquartile range (Kruskal-Wallis and Dunn tests). ‡ Women using medication for treatment of these diseases were excluded from analysis of blood glucose (n = 1, 1 and 4 women) and blood pressure (n = 2, 2 and 9 women). Different letters in the same row represent statistical difference between groups. HDL = high-density lipoprotein, MetS = metabolic syndrome.

The presence of MetS, as expected, increased the probability of finding two or more risk factors for CHD. Nevertheless, the frequency of two or more risk factors was similar in obese with no MetS and non-obese groups. In the same way, 25% of obese women with MetS had a high CHD risk according to Framingham Risk Score, while only 2.4% of non-obese and 6.7% of obese women with no MetS presented such risk (Table 2). Likewise, Framingham Risk Score was not statistically different when obese with no MetS and non-obese women were compared (Table 2).

The Spearman correlation showed that WC, a marker of visceral adiposity, was correlated to MetS components (blood pressure, triacylglycerol, HDL-c) whilst also correlated to hs-CRP. The later was the only inflammatory marker significantly correlated to WC (Figure 1). The total adiposity also correlated with these risk factors (data not shown).

To explore the effect of adiposity on cardiovascular risk, obese and non-obese women metabolically healthy

were compared. The results showed that far from anthropometric parameters and blood pressure, only hs-CRP was statistically higher in obese group (Table 3). The result of Spearman correlation showed total adiposity was positively correlated to blood pressure and hs-CRP in metabolically healthy women (Figure 2). WC correlated only to blood pressure (data not shown).

## DISCUSSION

In the present study, young women presenting obesity associated to MetS, obesity with no MetS and non-obese were compared. It was evinced that obese individuals with no MetS presented CHD risk factor levels and frequency closer to non-obese women.

Between 37% and 40% of obese women with no MetS presented hypertension and low HDL-c concentration, respectively, while in those with MetS these numbers increased to 82% and 93%, respectively. HDL-cholesterol is a common point linking MetS and

TABLE 2  
Frequency of metabolic syndrome and CHD risk factors among 20-40 year old non-obese, obese with no MetS and obese with MetS women, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil\*

Variables	Non-obese (n=41)	Obese with no MetS (n=30)	Obese with MetS (n=28)	P Value
Factors linked to MetS Diagnostic				
Waist circumference > 88 cm	14.6 (6) <sup>a</sup>	93.3 (28) <sup>b</sup>	100.0 (28) <sup>b</sup>	<0.001
Hypertension ‡	9.8 (4) <sup>a</sup>	36.7 (11) <sup>b</sup>	82.1 (23) <sup>c</sup>	<0.001
Hypertriglyceridemia ‡	0.0 (0) <sup>a</sup>	3.3 (1) <sup>a</sup>	14.3 (4) <sup>b</sup>	0.028
Low HDL cholesterol ‡	39.0 (16) <sup>a</sup>	40.0 (12) <sup>a</sup>	92.9 (26) <sup>b</sup>	<0.001
Hyperglycemia ‡	7.3 (3) <sup>a</sup>	6.7 (2) <sup>a</sup>	46.4 (13) <sup>b</sup>	<0.001
Other factors linked to cardiovascular risk				
High HDL-c †	19.5 (8) <sup>a</sup>	23.3 (7) <sup>a</sup>	0.0 (0) <sup>b</sup>	0.028
Diabetes Mellitus **	2.4 (1)	10.0 (3)	17.9 (5)	0.089
Positive family history of CHD †	19.5 (8)	33.3 (10)	46.4 (13)	0.058
Smoking †	12.2 (5)	13.3 (4)	7.1 (2)	0.658
Physical inactivity †	58.5 (24)	66.6 (20)	71.4 (20)	0.523
LDL-c above optimal level †	17.1 (7)	26.7 (8)	17.9 (5)	0.572
2 or more CHD risk factors	19.5 (8) <sup>a</sup>	23.3 (7) <sup>a</sup>	67.9 (19) <sup>b</sup>	<0.001
High Framingham Risk Score	2.4 (1) <sup>a</sup>	6.7 (2) <sup>a,b</sup>	25.0 (7) <sup>b</sup>	0.007
Framingham Risk Score	-0.85 + 5.8 <sup>a</sup>	0.43 + 4.8 <sup>a,b</sup>	2.39 + 5.4 <sup>b</sup>	0.032

\* Data are presented as percentage (number of individuals) (chi-square or Fisher exact tests) or media ± standard error (ANOVA and Bonferroni tests). ‡ Measured or self-reported use of medications for this disease. † Factors that were not involved in metabolic syndrome diagnostic high HDL-c > 60 mg/dL LDL-c above optimal level > 130 mg/dL. \*\* Self reported or fasting glycemia > 126 mg/dL. Different letters in the same row represent statistical difference between groups. CHD = coronary heart diseases, HDL-c = high-density lipoprotein cholesterol, LDL-c = low-density lipoprotein cholesterol, MetS = Metabolic Syndrome.

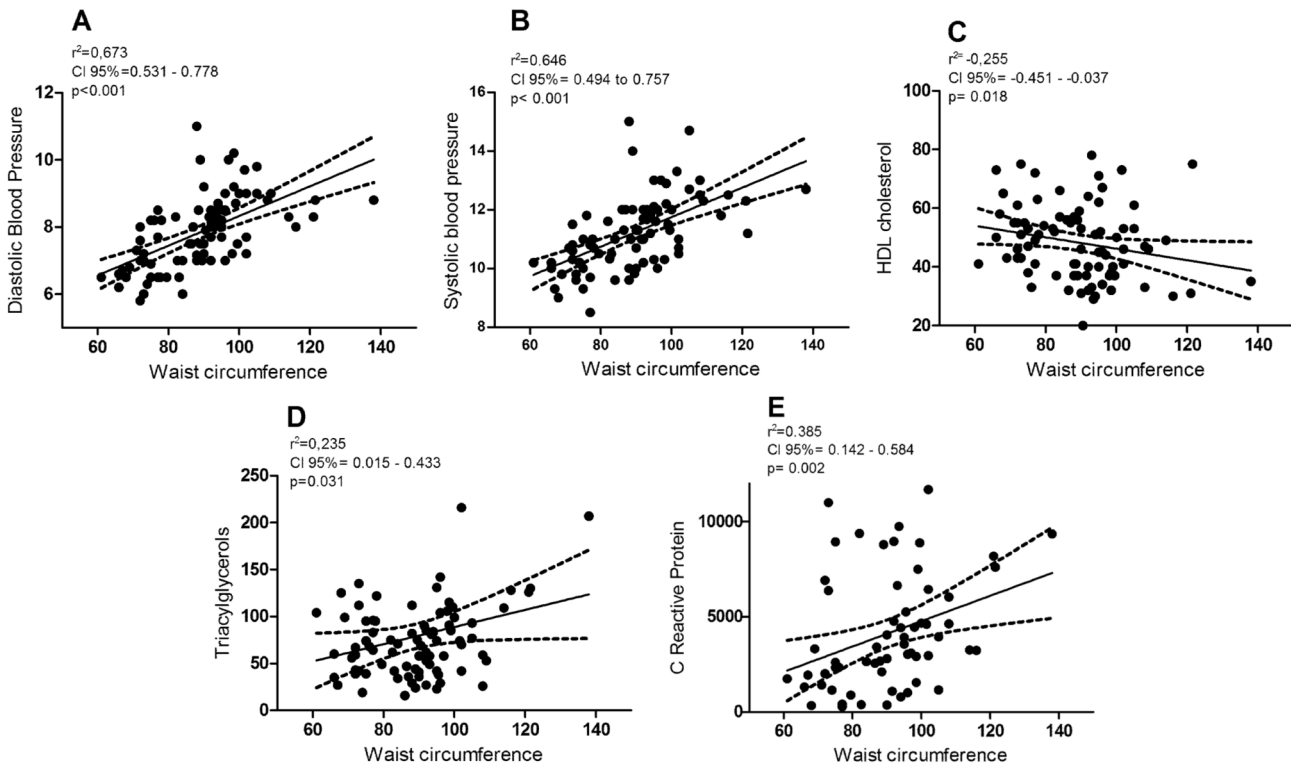


FIGURE 1

Spearman Coefficient of waist circumference and (A) diastolic and (B) systolic blood pressure, (C) high-density lipoprotein cholesterol, (D) triacylglycerols, (E) high-sensitivity C-reactive protein considering 20-40 year old non-obese, obese with no MetS and obese with MetS women, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil HDL - High-density lipoprotein

TABLE 3

Anthropometric data and cardiometabolic risk among 20-40 year old non-obese and obese women with no dyslipidemia, impaired glucose fasting and hypertension, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil\*

Variables	Non-Obese (n=33)	Obese (n=13)	P value
Waist Circumference (2)	77.0 ± 1.5	96.0 ± 2.9	<0.001
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	23.8 ± 0.5	33.7 ± 0.8	<0.001
% Body Fat	31.3 ± 0.8	39.1 ± 1.0	<0.001
Systolic Blood Pressure (mmHg)	102.2 ± 15.1	112.3 ± 23.1	0.001
Diastolic Blood Pressure (mmHg)	70.1 ± 10.1	79.2 ± 16.2	0.001
HDL cholesterol (mg/dL)	54.2 ± 2.2	54.5 ± 3.2	0.959
Blood Fasting Glucose (mg/dL)	81.4 ± 1.3	74.3 ± 3.2	0.156
Triacylglycerol (mg/dL)	73.2 ± 1.6	59.1 ± 9.6	0.204
Fibrinogen (ng/mL)	1348.3 ± 272.4	1311.5 ± 238.3	0.510
Interleukin-1β (pg/mL)	53.0 ± 4.0	51.0 ± 3.0	0.382
Hs-C-Reactive Protein (mg/L)	3.8 ± 8.1	5.1 ± 9.6	0.035

\* Data are presented as media ± standard error (T test) or median ± interquartile range (Mann Whitney test). HDL = high-density lipoprotein

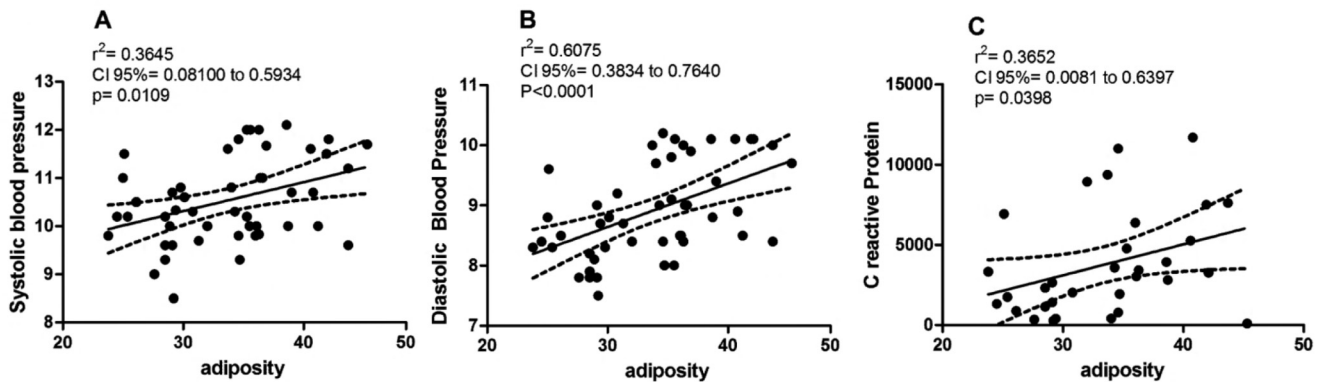


FIGURE 2

Spearman Coefficient of total adiposity and (A) systolic (B) and diastolic blood pressure, (C) high-sensitivity C-reactive protein considering of 20-40 year old non-obese and obese women with no dyslipidemia, impaired glucose fasting and hypertension, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

CHD. More than 50% of the individuals participating in this study had low levels of HDL-c and the frequency was similar in both groups with no MetS. Moreover, high HDL-c was observed in obese individuals with no MetS and in non-obese groups (23.3 and 19.5%, respectively); however, it was absent in obese women with MetS. As a consequence, there was a reduction in the number of risk factors in obese individuals with no MetS group due to high HDL-c, an important atheroprotective factor. Hypertriglyceridemia is an established cardiovascular risk factor, however few women in our study had this metabolic alteration.

Blood pressure was the only parameter statistically different among the three groups. As in this study, other studies have demonstrated the influence of obesity (14, 15) and visceral fat (1) on hypertension. Thus, the adverse effects of increased visceral fat content on vasodilatation, sodium reabsorption, sympathetic nervous system activation (16) and increased expression of angiotensinogen (17) explain the higher frequency of hypertension in both obese groups.

The obese women with no MetS had intermediate frequency of Framingham Risk Score classified as high; however, it was about 3 times higher in the obese individuals with MetS group. Nevertheless, similar results were seen by Kip et al. (14) using data from the Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. They showed that obese women with a normal metabolism have a low cardiovascular risk; whereas, lean women with MetS have a high risk. Kip et al. (14) evinced that despite the strong association between MetS and BMI, only MetS was significantly correlated

with CHD, suggesting that metabolic changes must have a more important role than obesity in the risk stratification of CHD in women.

The association between WC, visceral adiposity, inflammation and atherosclerosis (1, 17) is well known. In this study, WC correlated with blood pressure, HDL-c, TAG and hs-CRP but it was not related to fibrinogen and IL-1 $\beta$ , other important inflammatory markers. These results are in agreement with other studies reporting the correlation of WC, body fat and waist-to-hip ratio with hs-CRP (3, 18). The CRP is a sensitive marker for systemic inflammation thus these findings suggest a state of low-grade systemic inflammation in persons with excess body fat.

The definition of metabolically healthy obese (MHO) individuals is not unanimous (5, 6, 8, 19, 20) and, consequently, its prevalence is still unknown (6, 8, 19, 21). The concept of MHO subjects has generated doubts about the influence of adiposity in the CHD risk. However, obese individuals who are not affected by MetS cannot be automatically classified as MHO, since they could present up to two metabolic alterations related to MetS. For this reason, in a second step, only metabolically healthy obese and non-obese women were compared to evaluate the correlation of adiposity *per se* and CHD risk factors. The results of this study evidenced that the prevalence of metabolically healthy women was 43.3% among obese with no MetS and 80.5% among non-obese women. This data is in agreement with another study analyzing 2,803 women that showed a prevalence of MHO ranging between 11.4 and 43.3% according to the MHO criteria used (21). Some reports have shown that frequency

of CHD events in MHO is comparable to the normal weight individuals (6, 22). However, other studies showed that MHO patients still have some increase of CHD risk compared to healthy non-obese individuals and will benefit by weight loss treatment (7, 23).

Comparing metabolically healthy non-obese and obese individuals, glycemia, triglyceridemia, HDL-c, fibrinogen and IL-1 $\beta$  levels were similar among groups. It could be argued that the low sample size of MHO women could limit the interpretation of the results of this study; nevertheless, not even a trend was observed amongst data related to MetS or adiposity comparing both metabolically healthy groups.

The presence of obese individuals who maintain a low cardiometabolic risk suggests that some obese people are less responsive to increased secretion of adipokines or that their ability of the adipose tissue to secrete adipokines is reduced (8, 24).

Although studies have demonstrated that MHO is linked to low cardiometabolic risk (8, 20), our results do not suggest that MHO is a risk free condition, since adipose tissue expansion was correlated to blood pressure and hs-CRP levels. Based on the results of this study as well as other results (23, 25), perhaps MHO still carries a potential risk of CHD, justifying the weight loss to get additional improvement of cardiometabolic risk factors.

## CONCLUSIONS

Obese women with no MetS exhibited CHD risk similar to those seen in non-obese women. However, since blood pressure and hs-CRP levels are still correlated to fat tissue expansion in metabolically healthy women, this reinforces the role of obesity in the development of CHD.

## REFERENCES

1. Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007;116(1):39-48.
2. Murphy NF, MacIntyre K, Stewart S, Hart CL, Hole D, McMurray JJ. Long-term cardiovascular consequences of obesity: 20-year follow-up of more than 15 000 middle-aged men and women (the Renfrew-Paisley study). *Eur Heart J*. 2006;27(1):96-106.
3. Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, Wener MH, Harris TB. Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *JAMA*. 1999;282(22):2131-5.
4. Kurth T, Gaziano JM, Rexrode KM, Kase CS, Cook NR, Manson JE, et al. Prospective study of body mass index and risk of stroke in apparently healthy women. *Circulation*. 2005;111(15):1992-8.
5. Brochu M, Tchernof A, Dionne IJ, Sites CK, Eltabakh GH, Sims EA, et al. What are the physical characteristics associated with a normal metabolic profile despite a high level of obesity in postmenopausal women? *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86(3):1020-5.
6. Calori G, Lattuada G, Piemonti L, Garancini MP, Raggogna F, Villa M, et al. Prevalence, metabolic features, and prognosis of metabolically healthy obese Italian individuals: the Cremona Study. *Diabetes Care*. 2011;34(1):210-5.
7. Primeau V, Coderre L, Karelis AD, Brochu M, Lavoie ME, Messier V, et al. Characterizing the profile of obese patients who are metabolically healthy. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35(7):971-81.
8. Wildman RP, Muntner P, Reynolds K, McGinn AP, Rajpathak S, Wylie-Rosett J, et al. The obese without cardiometabolic risk factor clustering and the normal weight with cardiometabolic risk factor clustering: prevalence and correlates of 2 phenotypes among the US population (NHANES 1999-2004). *Arch Intern Med*. 2008;168(15):1617-24.
9. Imamura T, Doi Y, Arima H, Yonemoto K, Hata J, Kubo M, et al. LDL cholesterol and the development of stroke subtypes and coronary heart disease in a general Japanese population: the Hisayama study. *Stroke*. 2009;40(2):382-8.
10. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement: Executive Summary. *Crit Pathw Cardiol*. 2005;4(4):198-203.
11. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, Jr., et al. Seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension*. 2003;42(6):1206-52.
12. National Cholesterol Education Program (NCEP). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;106(25):3143-421.
13. Salaroli LB, Barbosa GC, Mill JG, Molina MC. Prevalence of metabolic syndrome in population-based

- study, Vitoria, ES-Brazil. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2007;51(7):1143-52.
14. Kip KE, Marroquin OC, Kelley DE, Johnson BD, Kelsey SF, Shaw LJ, et al. Clinical importance of obesity versus the metabolic syndrome in cardiovascular risk in women: a report from the Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *Circulation.* 2004;109(6):706-13.
  15. Lee K, Lee S, Kim YJ. Waist circumference, dual-energy X-ray absorptiometrically measured abdominal adiposity, and computed tomographically derived intra-abdominal fat area on detecting metabolic risk factors in obese women. *Nutrition.* 2008;24(7-8):625-31.
  16. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet.* 2005;365(9468):1415-28.
  17. Dusserre E, Moulin P, Vidal H. Differences in mRNA expression of the proteins secreted by the adipocytes in human subcutaneous and visceral adipose tissues. *Biochim Biophys Acta.* 2000;1500(1):88-96.
  18. Bochud M, Marquant F, Marques-Vidal PM, Vollenweider P, Beckmann JS, Mooser V, et al. Association between C-reactive protein and adiposity in women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94(10):3969-77.
  19. Messier V, Karelis AD, Prud'homme D, Primeau V, Brochu M, Rabasa-Lhoret R. Identifying metabolically healthy but obese individuals in sedentary postmenopausal women. *Obesity (Silver Spring).* 2010;18(5):911-7.
  20. Shea JL, Randell EW, Sun G. The prevalence of metabolically healthy obese subjects defined by BMI and dual-energy X-ray absorptiometry. *Obesity (Silver Spring).* 2011;19(3):624-30.
  21. Velho S, Paccaud F, Waeber G, Vollenweider P, Marques-Vidal P. Metabolically healthy obesity: different prevalences using different criteria. *Eur J Clin Nutr.* 2010;64(10):1043-51.
  22. Song Y, Manson JE, Meigs JB, Ridker PM, Buring JE, Liu S. Comparison of usefulness of body mass index versus metabolic risk factors in predicting 10-year risk of cardiovascular events in women. *Am J Cardiol.* 2007;100(11):1654-8.
  23. Janiszewski PM, Ross R. Effects of weight loss among metabolically healthy obese men and women. *Diabetes Care.* 2010;33(9):1957-9.
  24. Barbarroja N, Lopez-Pedreira R, Mayas MD, Garcia-Fuentes E, Garrido-Sanchez L, Macias-Gonzalez M, et al. The obese healthy paradox: is inflammation the answer? *Biochem J.* 2010;430(1):141-9.
  25. Bot M, Spijkerman AM, Twisk JW, Verschuren WM. Weight change over five-year periods and number of components of the metabolic syndrome in a Dutch cohort. *Eur J Epidemiol.* 2010;25(2):125-33.

Recibido: 20-06-2012

Aceptado: 09-09-2012

## Método Delphi para identificar materiales educativos sobre alimentación saludable para educadores, escolares y sus padres

*Fernando Vio, Lydia Lera, Alejandra Fuentes-García, Judith Salinas*

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Santiago de Chile

**RESUMEN.** Se describe la consulta a expertos mediante la técnica Delphi para consensuar su opinión sobre contenidos del material educativo en alimentación saludable para profesores, alumnos de prebásica, básica y sus familias. El cuestionario se elaboró con los resultados de encuestas y grupos focales con niños, padres y profesores realizados previamente. Este cuestionario fue enviado a 54 expertos en nutrición, educación y comunicación en una primera ronda, cuyos resultados fueron analizados y reenviados en una segunda ronda con las preguntas donde no había consenso. El ciclo se completó con una validación realizada con padres y profesores sobre los principales tópicos consensuados en las dos rondas con los expertos. Los principales consensos fueron priorizar los materiales educativos audiovisuales por sobre los escritos y privilegiar actividades participativas (talleres de cocina, juegos, actividades) por sobre las pasivas (información en reuniones de padres, entrega de material educativo y conferencias de expertos). Existió consenso en educar en conductas saludables, como no dar dinero a los niños para que lleven a la escuela; escoger comida saludable en las salidas familiares y asociar actividades recreativas con alimentación saludable durante fines de semana; preferir la comida saludable preparada en casa en vez de la comida procesada; restringir las golosinas y comer fuera de hora; comer en familia sin ver TV y preferir comida en vez de tomar té o merienda en la noche. Estos resultados son fundamentales para diseñar materiales educativos en alimentación saludable tendientes a cambiar los malos hábitos alimentarios actuales, que contribuyen en forma importante a aumentar el problema de la obesidad infantil.

**Palabras clave:** Método Delphi, alimentación saludable, educación nutricional, hábitos alimentarios.

**SUMMARY. Delphi method to identify education material on healthy food for teachers, school-age children and their parents.** Delphi method applied to get expert consensus about healthy food topics to include in educational materials for preschool and school-age children, their parents and teachers is described. The questionnaire was developed with the results of surveys and focus groups in children, parents and teachers made previously. The questionnaire was mailed to 54 experts in nutrition, education and communication in a first round. The results were analyzed and forwarded in a second round with the subjects without consensus. The cycle was completed by a validation conducted with teachers and parents and were prioritized by audiovisual educational materials on the writings, favoring participatory activities such as cooking workshops, games, activities over the passive (information at parent meetings, delivery of educational materials and conferences of experts). There was consensus on education in health behaviors such as not giving them money to carry to school, make healthy food choices on family outings and recreational activities associated with healthy eating during weekends; prefer healthy food prepared at home instead of the processed food; restrict eating out candy and prefer family meals without watching TV and food instead of taking a snack in the evening. These results are critical to design educational materials on healthy eating plans to change current eating habits that are contributing significantly to increase the childhood obesity.

**Key words:** Delphi method, healthy eating, nutrition education, eating habits

### INTRODUCCIÓN

Considerando la actual situación epidemiológica del mundo y de nuestro país, el sobrepeso y la obesidad infantil se consideran uno de los problemas más importantes de salud pública y nutrición (1). Esta situación está asociada en los niños a una insuficiente actividad física y a un elevado consumo de alimentos

poco saludables, con una gran cantidad de grasas saturadas, azúcar y sal (2). Ante esto, se ha señalado la necesidad de educar en alimentación saludable a los niños desde la educación prebásica y básica, considerando estrategias innovadoras y apropiadas de intervenciones educativas que involucren a niños, sus padres y profesores, que sirvan para políticas públicas y que consideren las experiencias escolares realizadas

en Chile (3). Para ello, es fundamental identificar conocimientos y consumo alimentario en escolares de prekinder, kínder, primero y segundo año de educación básica en escuelas municipales, de los profesores y de sus familias, con el objeto de elaborar una estrategia con materiales educativos que permitan desarrollar hábitos de alimentación saludable en los niños. Se diseñó un estudio para identificar conocimientos, conductas y prácticas alimentarias en alumnos de prebásica y básica, los profesores y sus familias, utilizando varios métodos: encuestas (4), grupos focales y consulta a expertos mediante el uso de la técnica Delphi (5). Este artículo se centra en los resultados de la consulta a expertos realizada mediante la técnica de consenso Delphi, buscando consensuar la opinión de los expertos sobre contenidos del material educativo en educación sobre alimentación saludable para profesores, alumnos de prebásica, básica y sus familias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La técnica mixta de consenso Delphi, que es un método cualitativo de investigación, consiste en un método para alcanzar consenso entre panelistas expertos, a través de iteraciones o rondas repetidas (usualmente vía correo electrónico) de opiniones anónimas acerca de planteamientos propuestos por el moderador del grupo (6).

Para ello se siguieron las siguientes etapas, en el período comprendido entre octubre 2011 a enero 2012:

La primera etapa consistió en la elaboración del cuestionario, realizada por los investigadores del proyecto en base al resultado de encuestas previamente realizadas a 150 niños de prebásica, básica, sus padres y profesores (4) y a 14 grupos focales realizados a padres y profesores. Con la información recopilada se elaboró un cuestionario en base a preguntas cerradas con repuestas que permitieron establecer una valoración de las mismas en una escala tipo likert (7) de 5 puntos (104 preguntas cerradas y 4 abiertas). Las afirmaciones u opiniones obtenidas de las encuestas y grupos focales fueron agrupadas en cuatro áreas temáticas: a) mensajes de las Guías Alimentarias chilenas (8); b) tipo de materiales educativos que deberían utilizarse; c) dónde y quién debería realizar la metodología educativa, y d) hábitos familiares como el dinero que se le da a los niños, alimentación de fines de semana, en fiestas y cumpleaños y otras.

En la segunda etapa, se elaboró un listado con 74 expertos provenientes de diversas áreas: 38 de nutrición, 24 de educación y 12 de comunicaciones, pertenecientes a diferentes regiones del país. Para la selección de estos expertos se utilizaron los siguientes criterios de inclusión (9): i) trayectoria académica o profesional destacada en su área específica (nutrición, educación y comunicaciones); ii) interés demostrado en el conocimiento, la investigación y la docencia; iii) experiencia en la toma de decisiones y iv) participación en políticas y programas relacionados con temas de educación en alimentación y nutrición. A los expertos seleccionados bajo estos criterios se les envió por correo electrónico una solicitud para que participaran en el proyecto, un resumen del proyecto y el consentimiento informado para que lo devolvieran firmado en el caso de aceptar participar. De los 74 expertos, 54 aceptaron participar en el estudio enviando el consentimiento firmado: 28 expertos en nutrición, 18 de educación y 8 de comunicación, a quienes se les envió la encuesta de la primera ronda, con un plazo de devolución de 15 días. El equipo investigador analizó y resumió los resultados de esta primera ronda, y de acuerdo a ellos, reformuló el cuestionario para la segunda ronda con las preguntas en las que no existía un claro consenso, considerado aquellas que tuviesen menos del 70% de respuestas positivas o de consenso. Luego se solicitó que realizaran una jerarquización y que establecieran prioridades. Para ello se rediseñó un cuestionario incluyendo los porcentajes de acuerdo y muy de acuerdo obtenidos para cada afirmación en el cuestionario de la primera ronda y al lado una columna para establecer prioridades de 1 en adelante, siendo 1 lo más prioritario, para llegar a consenso de los tópicos en que deberán focalizarse los materiales educativos. Así, para calcular los porcentajes, se consideraron aquellos rankeados con prioridad 1 ó 2, conjuntamente.

En la tercera etapa, se envió el cuestionario reformulado a los informantes con los resultados de la primera ronda, con la posibilidad de cambiar su opinión, conociendo las respuestas de los otros informantes del grupo. Esta nueva valoración fue analizada y resumida por el equipo investigador. En esta tercera etapa respondieron 38 expertos, lo que corresponde a un 70% de los que contestaron la primera ronda y a un 51% de los invitados iniciales.

### Validación escrita

Una vez realizado el consenso de expertos acerca

de los contenidos principales que debería abordar el nuevo material educativo, se procedió a realizar una validación escrita, para lo cual se diseñó una encuesta con 9 preguntas sobre los temas de mayor consenso basada en la metodología de Ziemendorf (10). La validación escrita, se realizó con 2 grupos de padres y 2 grupos de profesores en forma separada. Cada grupo estuvo integrado por 10 personas. Cada uno de sus participantes respondió la encuesta en forma independiente. Este tipo de validación tiene la ventaja de integrar a varias personas en forma simultánea, sin la necesidad de entrevistar a cada uno personalmente. En total, se encuestaron 20 padres y 23 profesores.

**Análisis Estadístico**

El análisis de las respuestas se realizó mediante estadística descriptiva. Los resultados se expresan en porcentaje (%) para las categorías acuerdo y muy de acuerdo. Para valorar el consenso, se consideró la mediana como el nivel de acuerdo y los percentiles 25 y 75, para valorar la variabilidad. En cada una de las rondas, no hubo afirmaciones sin respuesta, sino que todas fueron consideradas por los expertos.

Los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico STATA 12 para Windows (11).

Este proyecto fue aprobado por el Comité de Ética del INTA.

**RESULTADOS**

Guías Alimentarias: En la primera ronda más del 80% de los panelistas estuvo de acuerdo o muy de acuerdo con la inclusión de 6 de los 7 mensajes de las Guías Alimentarias Chilenas para su uso como mate-

rial educativo y sólo un 72,2% estuvo de acuerdo con el de “prefiera los alimentos con menor contenido de grasas saturadas y colesterol”. Hubo dos preguntas abiertas para sugerencias de mensajes adicionales, cuyas respuestas dieron lugar a estas categorías: i) número y tiempos de comida; ii) preferencias en la elección de alimentos saludables; iii) evitar alimentos no saludables; iv) preparaciones de alimentos y v) considerar al alcohol como alimento para reducir su consumo. En la segunda ronda, la primera prioridad de los mensajes de las guías alimentarias resultó para “come al menos 2 platos de verduras y 3 de frutas de distintos colores cada día”, con un 57,9 %, seguido por comer pescado 2 veces por semana, con un 34,2%, y reducir consumo de azúcar y sal con un 31,6%.

Materiales Educativos: más del 90% de los entrevistados estuvo de acuerdo o muy de acuerdo con el uso de materiales audiovisuales para niños, padres y educadores, existiendo mucho menor acuerdo en torno a los materiales impresos o escritos (manuales, boletines, folletos, afiches, volantes, juegos) y materiales digitales como los CD o archivos electrónicos (Tabla 1.).

En la segunda ronda, el uso de los materiales audiovisuales para niños, padres y educadores tuvo la máxima prioridad, lo que confirma lo encontrado en la primera ronda: un 90% los señaló en prioridad 1 o 2, seguidos muy de lejos por los otros tipos de materiales impresos o escritos, que no llegaron al 30% de prioridad 1 o 2. En esta segunda ronda, se agregó una pregunta específica acerca de los materiales audiovisuales que más se recomendarían, resultando con prioridad 1 o 2 los spots de TV con un 76,3%, seguido por los videos cortos con un 63,2%, con porcentajes muy

TABLA 1  
Preferencias de materiales educativos en alimentación saludable para niños, educadores y padres, recomendados por consenso de expertos mediante Técnica Delphi en primera ronda

Materiales educativos	% respuestas acuerdo y muy de acuerdo		
	Niños (as)	Educadores	Padres
Manuales y folletos impresos auto administrados	24,1	75,5	50
Manuales impresos que requieren una persona que explique su uso	42,6	52,8	42,6
Boletines informativos escritos y otros de comunicación escrita	18,9	64,2	48,2
Afiches, volantes	51,9	62,3	61,1
Materiales audiovisuales: videos, spots de TV, cuñas de radio, canciones y otros auditivos	98,2	92,5	96,3
Materiales digitales, CD con información sobre nutrición, archivos electrónicos	56,6	82,7	55,6
Juegos impresos	94,4	64,2	53,7

bajos para las cuñas de radio, juegos electrónicos, canciones y otros (Tabla 2.).

TABLA 2

Prioridades de diferentes materiales educativos que recomiendan los expertos mediante Técnica Delphi en segunda ronda

Materiales audiovisuales	Prioridad (%)
Videos cortos (casos, mini reportajes y animaciones)	63,2
Spots de TV	76,3
Cuñas de radio	29
Canciones	10,5
Otros auditivos	5,3
Juegos electrónicos	15,8

TABLA 3

Preferencias de metodologías educativas para niños que recomiendan los expertos para fomentar actitudes, conductas y hábitos de alimentación saludable en la familia, en primera ronda y prioridad que asignan en segunda ronda.

Metodologías educativas	Respuestas en 1ª ronda	Prioridad en 2ª ronda	Mediana (p25-p75)
	%	%	
a) Curriculares			
Inserción de contenidos en las clases	96,2	83,8	1 (1-1)
Talleres de cocina	90,4	63,2	1 (1-3)
Juegos de mesa	71,7	2,3	4 (4-4)
Juegos activos	96,2	55,3	1 (1-3)
b) Extraprogramáticas			
Concursos	77,4	28,9	3 (1-5)
Ferías	84,6	27	4 (3-4)
Competencias	86,8	55,3	1 (1-3)
Juegos y actividades recreativas	94,2	86,8	1 (1-1)
Boletines, murales, afiches y otros	66	5,3	5 (4-5)
c) Comunitarias			
Plazas con alimentación saludable	84,9	60,5	1 (1-4)
Día o semana de la alimentación saludable	81,1	21,1	1 (1-3)
Mensajes comunicacionales en medios locales	94,3	73,7	3 (3-4)
Festivales, muestras gastronómicas	86,5	44,7	1 (1-4)

Metodología Educativa, quién la debe realizar y donde: Más de un 90% de los expertos opinó que los contenidos educativos para niños deben insertarse en las clases, en los talleres de cocina, los juegos, actividades recreativas y mensajes educativos difundidos por los medios de comunicación local o redes sociales (Tabla 3.). Hubo más de un 80% de aprobación en hacer actividades educativas grupales en la escuela, barrio y lugares de compra de alimentos orientadas a los padres (Tabla 4.). Para los educadores, más del 80% de los expertos estuvo de acuerdo o muy de acuerdo en hacer capacitaciones en la escuela con materiales educativos, talleres de autocuidado y vida sana, talleres grupales de cocina y mensajes educativos a través de los medios de comunicación e internet (Tabla 5.).

En la segunda ronda, para los niños un 84%, priorizó la inserción de contenidos educativos en las clases, un 63% en los talleres de cocina, un 55,3% juegos, y un 87% en las actividades extra programáticas como juegos y actividades recreativas, y un 55% en las competencias. En la comunidad se priorizaron los mensajes educativos a través de los medios de comunicación local con un 73,7%, seguidos de las plazas con alimentación saludable con un 60% (Tabla 3.).

No hubo un claro consenso acerca del tipo de metodologías educativas para padres, madres y cuidadoras, destinadas a fomentar actitudes, conductas y hábitos de alimentación saludable en los hijos. Las prioridades estuvieron dispersas, destacando con un 47% los talleres de autocuidado y vida sana. Un 31,6% le dio prioridad 1 o 2 a las capacitaciones grupales en la escuela y mensajes educativo-comunicacionales a través de los medios de comunicación local. Llama especialmente la atención la baja priorización dada a actividades que se utilizan más frecuentemente, como la información en reuniones de padres y apoderados (16%), actividades educativas individuales o por familia tipo consejería (13%), la entrega de material educativo autoadministrable y conferencias de expertos en diferentes temas, ambas con un 3% (Tabla 4.).

En el caso de los educadores, se priorizaron los talleres de autocuidado y vida sana en un 71% y las capacitaciones en la escuela con materiales educativos en un 47,4% y los talleres grupales de cocina con un 34,2% (Tabla 5.). Respecto a donde realizar actividades educativas, se priorizaron el establecimiento educacional en un 95% y la casa con un 89%. En el

TABLA 4

Preferencias de metodologías educativas para padres, madres y cuidadores que recomiendan los expertos para fomentar actitudes, conductas y hábitos de alimentación saludable en la familia, en primera ronda y prioridad que asignan en segunda ronda.

Metodologías educativas	Respuestas en 1ª ronda	Prioridad en 2ª ronda	
	%	%	Mediana (p25-p75)
Información en las reuniones de padres y apoderados	71,7	15,8	7 (3-9)
Entrega de material educativo autoadministrable	48,2	2,6	11 (9-11)
Conferencias de expertos en diferentes temas	58,5	2,6	9 (8-10)
Capacitaciones grupales en la escuela, con apoyo de material educativo	88,5	31,6	4 (1-6)
Talleres de cocina grupales	86,8	26,3	4 (1-7)
Talleres de autocuidado y vida sana con los padres	88,7	47,4	3 (1-6)
Actividades educativas individuales o por familia en la escuela, tipo consejería	75,5	13,2	6 (5-8)
Actividades educativas en el barrio o comunidad	84,9	18,4	5 (3-7)
Actividades informativas en los lugares de compra de alimentos	83	13,2	6 (4-7)
Mensajes educativo-comunicacionales a través de los medios de comunicación local (radios, diarios, revistas u otros)	90,6	31,6	4,5 (1-7)
Mensajes educativo-comunicacionales a través de internet: blogs, sitios web	75,5	0	9 (6-10)

TABLA 5

Preferencias de metodologías educativas para educadoras de párvulos y profesores de 1º y 2º básico que recomiendan los expertos para fomentar actitudes, conductas y hábitos de alimentación saludable en preescolares y escolares, en primera ronda y prioridad que asignan en segunda ronda.

Metodologías educativas	Respuestas en 1ª ronda	Prioridad en 2ª ronda	
	%	%	Mediana (p25-p75)
Entrega de material educativo autoadministrable	32,7	2,6	9 (8-9)
Entrega de guías técnicas específicas para contenidos de alimentación y nutrición en la escuela	63	21,1	4 (3-5)
Capacitaciones en la escuela, con apoyo de material educativo	83,3	47,4	3 (1-4)
Talleres de autocuidado y vida sana para los educadores	90,6	71,1	1 (1-3)
Talleres de cocina grupales, con guías prácticas tipo recetas para niños	88,9	34,2	6 (1-7)
Capacitaciones fuera de la escuela (universidad u otro centro de formación)	62,3	5,3	8 (3-8)
Actividades educativas en el barrio o comunidad	69,8	0	6 (5-7)
Mensajes educativo-comunicacionales a través de los medios de comunicación local (radios, diarios, revistas u otros)	87	10,5	7 (4-8)
Mensajes educativo-comunicacionales a través de internet: blogs, sitios web	81,5	7,9	5 (1-9)

énfasis en los procesos educativos, se priorizó el carácter saludable en un 76% y las cantidades de alimentos en un 53%, muy por arriba de las otras posibilidades

Más del 80% estimó que eran importantes el número de comidas en el día, tipo y horario de las comidas y saber leer las etiquetas.

En hábitos familiares, en la primera ronda existió consenso en i) no darle dinero a los niños para que lleven a la escuela; ii) en preparar la colación de acuerdo a lo solicitado por la escuela; iii) en escoger comida saludable en las salidas familiares; iv) en asociar actividades recreativas con alimentación saludable durante los fines de semana, e v) incorporar preparaciones saludables especiales y atractivas (juegos, sorpresas) en fiestas y cumpleaños. Al existir más de un 90% de aprobación, se decidió no consultar estos temas en la segunda ronda. También hubo gran consenso en las recomendaciones para la alimentación en familia, tales como preferir la comida saludable preparada en casa en vez de la comida procesada, restringir las golosinas y comer fuera de hora a los niños, comer todos los integrantes del hogar juntos a la misma hora sin ver TV y preferir un plato de comida en la noche en vez de comer una colación. Lo mismo sucedió en relación a los temas que deberían incorporarse para los padres, tales como escoger y preparar alimentos saludables, educar a los hijos frente a la comida que se vende en los centros comerciales, restaurantes y comercio en la vía pública, como comprar alimentos saludables ahorrando al mismo tiempo y como asociar actividades recreativas con la alimentación saludable.

En segunda ronda, el consenso más claro en el tema alimentación en familia, resultó la de preferir la comida saludable preparada en casa, en vez de aquella que se compra semi preparada o procesada lista para servir (76%), seguida en segunda prioridad por comer todos los integrantes del hogar juntos a la misma hora sin ver TV, con un 35% de aprobación. En concordancia con lo anterior, respecto a los temas que deberían incorporarse en los materiales educativos para los padres, se priorizó la preparación de menús saludables (71%), seguido de cómo escoger alimentos saludables (57,9%) y como comprar alimentos saludables ahorrando al mismo tiempo (50%).

#### **Validación escrita**

La validación del consenso de expertos permitió

confirmar las mayores prioridades establecidas por ellos, junto con conocer las razones dadas por parte de los padres y profesores mediante las preguntas abiertas.

Respecto al conocimiento, el 100% de los padres y profesores contestaron que las frutas, verduras y legumbres eran importantes. Se preguntó la razón en respuestas abiertas que fueron codificadas. Un porcentaje muy alto de padres (65%) y de profesores (74%) respondieron que las frutas y verduras aportan vitaminas, son sanas, saludables y ayudan a la calidad de vida. Donde hubo diferencias, fue en las respuestas relacionadas con su contenido de fibra: sólo un 10% de los padres las mencionó, mientras que un 56% de los profesores lo señaló como una de las razones para incorporar frutas y verduras en la dieta. En cuanto a las legumbres, también los profesores demostraron un mayor conocimiento específico que los padres, al mencionar como una razón para su consumo el aporte proteico (70%), con una frecuencia mayor que los padres (20%).

Un 78% de padres y profesores encontró más útiles los materiales audiovisuales que los impresos. Al dar las razones, la respuesta más frecuente de los padres fue el impacto de lo visual para la retención de contenidos (“lo que se ve se queda”, “los audiovisuales son preferibles ya que mi niño pequeño no sabe leer”). Los profesores fundamentaron su respuesta señalando que lo audiovisual capta mejor la atención del observador por su modo dual (mirando y escuchando), llegan más rápido a la gente, son masivos y los niños están más cercanos a la tecnología, y por lo tanto, más de acuerdo a su realidad. Entre la minoría que respondió que los audiovisuales no eran más útiles que los escritos, destacaron que lo impreso era más permanente, que no todas las personas son visuales y no se motivan igual, que todos son igualmente útiles, que la lectura es mejor porque da más concentración y atención y que los otros medios se asocian más a la diversión.

## **DISCUSIÓN**

El método Delphi es una consulta a expertos que extrae los beneficios de la interacción directa y elimina sus inconvenientes (12-14) con el objeto de obtener consenso de opiniones en determinados temas. Se utilizó por primera vez a comienzo de los años 50 por la Rand Corporation (15,16). Consiste en la selección de

un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre un tema específico que interese para evaluar políticas públicas. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, con el objeto de conseguir consenso, con la máxima autonomía de los participantes, poniendo de manifiesto convergencia de opiniones. La calidad de los resultados de la encuesta depende especialmente del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados (17-20). En nuestro caso, la elaboración del cuestionario se basó en los resultados de encuestas realizadas a niños de prekindergarten, kínder, 1° y 2° año básico, sus padres y profesores (4) y a 14 grupos focales realizados a padres y profesores. Por lo tanto, la formulación de cada pregunta tenía un respaldo en lo encontrado en encuesta y grupos focales como temas más relevantes para ser llevado a consenso de un grupo de expertos. La selección de los expertos participantes fue acuciosa, de acuerdo a los criterios de inclusión descritos, en tres áreas del conocimiento: nutrición, educación y comunicación, con lo cual se puede tener una visión más integral e interdisciplinaria del tema, obteniéndose una buena participación de los expertos, con tasas de respuesta de 73% en la primera ronda y del 51% en la segunda ronda (el panel estuvo conformado por 54 expertos en la primera ronda y 38 en la segunda, del total de 74 invitados)

Los resultados del consenso Delphi fueron interesantes y se sometieron a una validación por parte de los usuarios (padres y profesores) para completar el ciclo de información, que partió con encuestas y grupos focales a niños, padres y profesores, pasó por la consulta a expertos en dos rondas, para terminar en una encuesta a padres y profesores acerca de los temas más relevantes.

Los resultados más interesantes encontrados en con este método son:

1. El consenso de priorizar los materiales educativos audiovisuales por sobre los escritos, especialmente spots de TV y videos cortos. Esto se hace especialmente importante ante la realidad chilena, que muestra que un 55% de los niños entre 6 y 9 años navega en solitario por internet, accediendo de manera preferencial a páginas web; un 50% ve televisión en solitario y el 56% de ese grupo de edad posee teléfono celular propio, cifra que asciende al 78% entre los 10 y 18 años (21).

2. En cuanto a las metodologías, existe una prio-

ridad clara en actividades participativas. En niños se priorizan talleres de cocina, juegos, actividades recreativas y mensajes educativos a través de los medios de comunicación local o redes sociales. En los padres, competencias, ferias, muestras gastronómicas, plazas saludables, celebraciones y actividades grupales en la escuela, barrio o comunidad y lugares de compra de alimentos; y para profesores, talleres de autocuidado y vida sana, talleres grupales de cocina y mensajes educativos a través de los medios de comunicación e internet. En cambio, se le dio baja prioridad a las actividades más pasivas, como la información en reuniones de padres y apoderados, las actividades educativas individuales o por familia tipo consejería, o la entrega de material educativo autoadministrable y conferencias de expertos en diferentes temas.

3. Existió un alto consenso en educar en conductas saludables relacionadas con la alimentación de los niños, tales como no darles dinero para que lleven a la escuela; en preparar la colación de acuerdo a lo que esta solicita; en escoger comida saludable en las salidas familiares y en asociar actividades recreativas con alimentación saludable durante los fines de semana, junto con incorporar preparaciones saludables especiales y atractivas (juegos, sorpresas) en fiestas y cumpleaños.

4. También hubo consenso en las recomendaciones para la alimentación en familia, tales como preferir la comida saludable preparada en casa en vez de la comida procesada, restringir las golosinas y comer fuera de hora, comer todos los integrantes del hogar juntos a la misma hora sin ver TV y preferir un plato de comida en la noche en vez de comer una colación poco saludable.

5. Lo mismo sucedió en relación a los temas que deberían incorporarse para los padres, tales como escoger y preparar alimentos saludables, educar a los hijos frente a la comida que se vende en los centros comerciales, restaurantes y comercio en la vía pública, como comprar alimentos saludables ahorrando al mismo tiempo y como asociar actividades recreativas con la alimentación saludable.

La aplicación del método Delphi como herramienta para la identificación de prioridades de metodologías educativas en alimentación saludable para profesores, escolares y sus familias, permite establecer consenso entre expertos de diferentes disciplinas, en este caso de las áreas de educación, comunicación y nutrición,

el que posteriormente es validado con la opinión de la propia población objetivo. Con esta metodología se lograron resultados que son fundamentales para hacer el diseño final de materiales educativos en alimentación saludable para los alumnos de prebásica y básica, sus padres y profesores, tendientes a cambiar los malos hábitos alimentarios actuales, que están contribuyendo en forma importante a aumentar el grave problema de la obesidad infantil en Chile y América Latina.

Este estudio fue financiado por el proyecto FONDECYT N° 1110044 de Educación del Concurso Regular 2011: Elaboración, aplicación y evaluación de un programa de intervención con materiales educativos en alimentación saludable para profesores, alumnos de prebásica, básica y sus familias. Investigador principal: Fernando Vio del Río

Coinvestigadora: Judith Salinas Cubillos. Duración: 3 años.

## REFERENCIAS

- Albala C, Vio F, Kain J, Uauy R. Nutrition transition in Chile: determinants and consequences. *Public Health Nutr* 2002; 5(1A):123-128
- Vio F, Albala C, Kain J. Nutrition transition in Chile revisited: mid-term evaluation of obesity goals for the period 2000-2010. *Public Health Nutr* 2008; 11:405-412.
- Salinas J, Vio F. Programas de salud y nutrición sin política de estado: El caso de la promoción de salud escolar en *Rev Chil Nutr* 2011; 38: 100-116
- Vio F, Salinas J, González CG, Lera L, Huenchupán C. Conocimientos y consumo alimentario en escolares, sus padres y profesores: un análisis comparativo. *Rev Chil Nutr* 2012 (en prensa).
- Landeta J. El método Delphi: una técnica de previsión para la incertidumbre. Madrid: Ediciones Ariel; 1999.
- Bloor, M., Wood, F. (2006) *Keywords in Qualitative Methods*. London: Sage Publications (p. 49)
- Cañadas I Sánchez A. Categorías de respuesta en escalas tipo likert. *Psicothema*, 1998; 10: 623-631.
- INTA, Ministerio de Salud, VIDA CHILE. Guía para una Vida Saludable. Guías Alimentarias, Actividad Física y Tabaco. Andros Impresores, Santiago de Chile, 2005.
- Rodríguez JM, Aldana L, Villalobos N. Método Delphi para la determinación de prioridades de ciencia e innovación tecnológica. *Rev Cub Med Mil* 2010; 39: 38-46.
- Ziemendorf S, Krause A. Guía de validación de materiales educativos (con enfoque en materiales de educación sanitaria). Primera Edición. Programa de Agua y Saneamiento PROAGUA/GTP. Chiclayo, Perú 2003; 74 p.
- STATA. Stata 12. StataCorp 2011. Stata Statistical Software: Release 12. College Station, TX: Stata Corp LP
- McLlerat C, Keeney S, Mckenna H, McLaughlin D. Benchmarks for effective primary care-based nursing services for adults with depression: a Delphi study. *J Adv Nurs* 2010; 66: 269-281.
- Lakeman R. Mental health recovery competencies for mental health workers. a Delphi study. *J Mental Health* 2010; 19:62-74.
- Hansen MP, Bjerrun, GahrnHansen B, Barbol DE. Quality indicators for diagnosis and treatment of respiratory tract infections in general practice: a modified Delphi study. *Scand Prim Health Care* 2010; 28: 4-11.
- Brown BB. Delphi process: A Methodology used for the Elicitation of Opinion of Experts. The Rand Corporation, Santa Monica, California, February 1968.
- Sackman H. Delphi assessment: expert opinion, forecasting and group process. Santa Monica: Rand Corporation; 1974. (R-1283-PR).
- Comet Cortas P, Escobar Aguilar G, González Gil T, de Ormijana Sáenz A, Rich Ruiz M, Vida a Delphi study Thomas C et al. To establish nurse research priorities in Spain: Delphi study. *Enferm Clin* 2010; 20:88-96.
- Rabbani F, Jafri SM, Abbas F, Shah M, Azam SI, Shaikh BT. Designing a balanced scorecard for a tertiary care in hospital in Pakistan: a modified Delphi group exercise. *Int J Health Plann Manage* 2010; 25: 74-90.
- Liu L, Yuang C. Construction of palliative care training contents in China: a Delphi study. *Cancer Nurs* 2009; 32:446-455.
- Jensen JL, Croskerry P, Travers AH. Paramedic Clinical decision making during high acuity emergency calls: design and methodology of a Delphi study. *BMC Emerg Med* 2009; 9:17.
- <http://www.generacionesinteractivas.org/upload/libros/La%20Generacion%20Interactiva%20en%20Iberoamerica%202010.pdf>. Accedido el 26 de enero 2012.

Recibido: 08-03-2012

Aceptado: 16-08-2012

## Calidad bacteriológica y detección de *Bacillus cereus* toxigénicos en arroz blanco cocido expendido en el área metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica

Rodrigo Coto, Carolina Chaves, María del Mar Gamboa, María Laura Arias

Facultad de Microbiología, Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET),  
Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

**RESUMEN.** El gran consumo de arroz a nivel mundial es uno de los factores que favorece su implicación en brotes de origen alimentario y de uno de los patógenos más importantes ligado a este producto como el *Bacillus cereus*. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad microbiológica de 50 muestras de arroz blanco cocido expendido en restaurantes de área Metropolitana de San José Costa Rica, incluyendo la determinación del recuento total aerobio mesófilo, Número Más Probable de coliformes totales, fecales y *E. coli*, *B. cereus* así como de detección de sus genes *nheA*, *nheB*, y *nheC*. Para el análisis bacteriológico se siguieron los procedimientos descritos en el Compendio de Métodos para el Examen Microbiológico de Alimentos y para la detección de los genes se utilizó un PCR múltiple y la metodología descrita por Hansen et al., 2001. De las muestras analizadas 46% fueron positivas por coliformes totales, 34% por coliformes fecales, 16% por *E. coli*, 10% por *B. cereus* y un 8% por *B. cereus* toxigénico. Lo anterior sugiere que el consumo de arroz blanco en restaurantes puede representar un riesgo para la salud pública y que es necesario implementar mejoras con el fin de brindarle al consumidor un producto inocuo y de mejor calidad. **Palabras clave:** Arroz, *Bacillus cereus*, calidad microbiológica

**SUMMARY. Bacteriological quality and toxigenic *Bacillus cereus* detection in cooked white rice sold at the Metropolitan Area of San José, Costa Rica.** The wide use of rice is one of the factors that favors its implication in food borne diseases, and one of the most important pathogens associated to it is *Bacillus cereus*. The aim of this work was to evaluate the microbiological quality of 50 samples of white cooked rice sold in restaurants at the Metropolitan Area of San José, Costa Rica, including the determination of the total aerobic plate count, the Most Probable Number of total and fecal coliforms and *Escherichia coli*. MPN of *Bacillus cereus* and the detection of *nheA*, *nheB* and *nheC* genes, associated to its toxicity, was also performed. Procedures described in the Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods were followed for the bacteriological analysis, multiplex PCR was used for the detection of genes following the methodology described by Hansen et al, 2001. 46% of the samples analysed were positive for total coliforms, 34% for fecal coliforms, 16% for *E. coli* and 10% for *B. cereus*, being 8% toxigenic. These facts suggest that white cooked rice may represent a risk for Public Health and that improvements shall be performed in order to offer a safe and high quality product to consumers. **Key words:** Rice, *Bacillus cereus*, microbiological quality

### INTRODUCCIÓN

El arroz es el cereal más cultivado el mundo y es el segundo de mayor consumo después de trigo (1). El gran consumo de este grano a nivel mundial es uno de los factores que favorece su implicación en brotes de origen alimentario y de uno de los patógenos más importantes ligado a este producto es *Bacillus cereus*. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad microbiológica de 50 muestras de arroz blanco cocido expendido en Area Metropolitana de San José Costa Rica, incluyendo la determinación del recuento total

aerobio mesófilo, Número Más Probable de coliformes totales, fecales y *E. coli*, *B. cereus* así como de detección de sus genes *nheA*, *nheB*, y *nheC*. Para el análisis bacteriológico se siguieron los procedimientos descritos en el Compendio de Métodos para el Examen Microbiológico de Alimentos y para la detección de los genes se utilizó un PCR múltiple y la metodología descrita por Hansen et al., 2001. De las muestras analizadas 46% fueron positivas por coliformes totales, 34% por coliformes fecales, 16% por *E. coli* y 10% por *B. cereus* y un 8% por *B. cereus* toxigénico. Lo anterior sugiere que el consumo de arroz blanco

en restaurantes puede representar un riesgo para la salud pública y que es necesario implementar mejoras con el fin de brindarle al consumidor un producto inocuo y de mejor calidad.

En Costa Rica el arroz representa la principal fuente de alimentación y en el período 2005/2006 se calculó un consumo per cápita por año de aproximadamente 52 kilogramos, unos de los mayores de la región latinoamericana (2).

Dentro de las enfermedades transmitidas por alimentos, uno de los patógenos más importantes ligado al arroz es *Bacillus cereus* (3). Desde la década del setenta en países como Finlandia y el Reino Unido se ha relacionado a este microorganismo con intoxicaciones alimentarias posterior al consumo de arroz (3).

*B. cereus* es un bacilo Gram positivo, formador de esporas, aerobio facultativo, habitante saprófito del suelo (4) que se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente (5). Debido a esta amplia distribución es que se facilita su acceso a los alimentos (6). Dentro de sus principales reservorios en el ambiente se encuentra la materia orgánica en descomposición, agua dulce y salada, vegetales, fomites y el tracto gastrointestinal de invertebrados (7).

Esta bacteria ha sido relacionada con una amplia gama de patologías, las más comunes son las enfermedades diarreicas y eméticas; sin embargo también se ha relacionado con infecciones del tracto respiratorio, urinario, del sistema nervioso central, endocarditis, osteomielitis, endoftalmitis, entre otras (8). La patogenicidad de esta bacteria, ya sea en infecciones intestinales o extraintestinales, se encuentra íntimamente asociada con la producción de exoenzimas o toxinas. Dentro de estas toxinas se describen cuatro hemolisinas (9), tres fosfolipasas, una toxina emética (cerúlida), y tres enterotoxinas formadoras de poros: la hemolisina BL (Hbl), la enterotoxina no hemolítica (Nhe), y la citotoxina K (10,11).

La patogénesis por *B. cereus* en el tracto gastrointestinal se debe a que las células vegetativas ingeridas, producen y secretan las enterotoxinas que inducen el síndrome diarreico (Hbl, Nhe y citotoxina K); o a que la toxina emética, un péptido cíclico codificado por un plásmido, que es producida en los alimentos e ingerida ya preformada (8).

Aunque se han descrito casos del tipo emético asociados con niveles de *B. cereus* de  $10^3$  UFC/g de alimento contaminado, se estima que la dosis infec-

tiva mínima para ambos tipos de síndrome, se encuentra aproximadamente entre  $10^5$ - $10^8$  UFC/g de alimento consumido (11). El tipo de síndrome que se presenta con mayor frecuencia varía de acuerdo al país en estudio, por ejemplo en Japón el síndrome emético es diez veces más frecuente que el diarreico, mientras que en Europa y Norteamérica es más frecuente el diarreico (11).

Debido a que la intoxicación alimentaria por *B. cereus* no es de reporte obligatorio en ningún país, no se conocen datos exactos acerca de su incidencia o sobre su efecto en la inocuidad de los alimentos. Los pocos países que han realizado estudios a profundidad sobre este patógeno han encontrado que *B. cereus* es un agente etiológico frecuente en intoxicaciones alimentarias (11,12); en Noruega e Islandia se reportaron porcentajes de aislamiento en intoxicaciones alimentarias entre 47-22% , respectivamente (11).

Aunado a lo anterior, la presencia de *B. cereus* en los alimentos no es suficiente para determinar su potencial patogénico, por lo que la identificación o no de los genes que codifican sus toxinas es necesaria para establecer el potencial toxigénico de las cepas, de manera que se pueda esclarecer realmente el riesgo sanitario del consumo de los alimentos contaminados (13).

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, se puede apreciar la importancia de realizar un estudio que determine la frecuencia de *B. cereus* en muestras de arroz blanco cocido de restaurantes del área metropolitana nacional, así como la presencia de los genes *nheB*, *nheA* y *nheC* de la toxina Nhe en los aislamientos obtenidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de muestras

Las muestras que se utilizaron en este proyecto fueron de arroz blanco cocido obtenido de 50 restaurantes localizados en los cantones de Tibás, Desamparados, Moravia, Goicoechea, Montes de Oca, Curridabat y el cantón central de San José, Costa Rica. El análisis de las mismas se realizó en el Laboratorio de Alimentos y Aguas de la Facultad de Microbiología, localizado en la Universidad de Costa Rica. Las muestras fueron transportadas en frío al laboratorio, para evitar el crecimiento de los microorganismos y la contaminación de las mismas. El análisis de éstas se realizó dentro de las 24 horas posteriores a su adquisición.

Para llevar a cabo el análisis, se aplicaron los procedimientos descritos en el Compendio de Métodos para el Examen Microbiológico de Alimentos (14). Se tomaron 25 g del alimento y se mezclaron con 225 mL de Agua Peptonada Estéril (APE) al 0,1% en un homogenizador Stomacher®400 Circulator de la marca Seward, de esta suspensión se hicieron cuatro diluciones decimales adicionales ( $10^{-1}$  a  $10^{-5}$ ).

#### Recuento total aerobio mesófilo

A partir de cada dilución realizada, se tomaron 100  $\mu$ L que se colocaron sobre una placa de Petri con agar Estándar + 2,3,5-cloruro trifeníl tetrazolium al 0,5% (TTC) y se esparcieron con asa de Drigalski. Se incubaron a 35° C durante 48 horas. Luego de la incubación se contaron las colonias rojizas en los platos de Petri que contuvieran entre 25 y 250 colonias y se calculó el número de UFC/g multiplicando el número de colonias por el factor de dilución.

#### Número más probable de coliformes totales, fecales y *E. coli*

##### Prueba presuntiva

Se transfirió 1mL de las diluciones preparadas a una serie de 3 tubos de Caldo Lactosado Simple (CLS) con campana de Durham, los cuales se incubaron a 35° C por 48 horas. Los tubos que presentaron gas y crecimiento bacteriano se consideraron presuntamente positivos.

##### Prueba confirmatoria

Coliformes totales: Los tubos presuntamente positivos se subcultivaron a caldo bilis verde brillante (CBVB) utilizando palillos de madera estériles. Se incubaron por 48 horas a 35° C, los tubos con gas y crecimiento bacteriano se utilizaron para determinar el NMP de coliformes totales /g.

Coliformes fecales: Los tubos presuntamente positivos se subcultivaron a caldo *E. coli* (EC) utilizando palillos de madera estériles. Se incubaron por 24 horas a 44,5° C, los tubos con gas y crecimiento bacteriano se utilizaron para determinar el NMP de coliformes fecales /g.

*E. coli*: Se inocularon tubos con caldo triptona a partir de los tubos positivos de caldo *E. coli* (EC) utilizando palillos de madera estériles. Se incubaron a 35° C durante 24 horas. Se confirmó la presencia de *E. coli* evaluando la producción de indol con el reactivo de Ehrlich y xilol.

#### Determinación de *B. cereus*

Se utilizó la técnica de Número Más Probable descrita por Downes *et al.*, 2001. Para ello se utilizó una serie de tres tubos de Caldo Tripticasa Soya (CTS) con Polimixina B (0.06 mg/mL) y se inoculó 1mL de las diluciones del homogenizado del alimento. Se incubó cada tubo por 48 horas a 35° C. Posteriormente, a partir de los tubos que mostraron turbidez se rayaron placas de agar Manitol-Yema de Huevo-Polimixina (MYP) que se incubaron a 35° C por 48 horas. A partir de estas placas se escogieron las colonias típicas de *B. cereus*, que se observaron grandes, irregulares, secas, de color rosado (manitol negativo) y rodeadas por un halo opalescente (lecitinasa positivo). Posteriormente, se realizaron varias pruebas con el fin de confirmar o descartar la presencia de *B. cereus*. Estas pruebas incluyeron tinción de Gram, oxidasa, catalasa, reducción de nitratos a nitritos, movilidad y hemólisis.

#### Detección de los genes *nheA*, *nheB*, y *nheC*.

Se utilizó la metodología descrita en 2001 por Hansen *et al.*, (15), los genes de la enterotoxina Nhe de *B. cereus* se detectaron mediante un PCR multiplex que utilizó ADN extraído mediante choque térmico como molde. Para ello, una colonia bacteriana recuperada a partir de agar Sangre incubado por 24 horas a 35° C, fue resuspendida en 500  $\mu$ L de solución tamponada de fosfatos ajustada a pH = 6.8 (PBS) e incubada durante 20 minutos a 95° C. Los detritos celulares fueron removidos mediante sedimentación por centrifugación a 4° C por 10 min. Del sobrenadante, que contenía el ADN extraído, se almacenaron 300  $\mu$ L para ser utilizados como ADN base para la amplificación. La mezcla para la amplificación se hizo utilizando 1  $\mu$ L de cada primer a 100  $\mu$ M (*nheA* 344 S, *nheA* 843 A, *nheB* 1500 S, *nheB* 2269 A, *nheC* 2820 S y *nheC* 3401 A) (15), 5  $\mu$ L del ADN extraído por choque térmico, 25  $\mu$ L del “ready-to use” 2X mastermix (Fermentas®) y 17  $\mu$ L de agua libre de nucleasas para un volumen final de 50  $\mu$ L. El programa de amplificación incluyó 30 ciclos de desnaturalización a 94° C por 15 segundos, un paso de alineación a 55° C por 45 segundos y un paso de extensión a 72° C por 2 minutos. Como control positivo se usó la cepa *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* HD 137 la cual presenta los 3 genes para la toxina Nhe, y como control negativo se empleó la cepa *Escherichia coli* ATCC 25922. La electroforesis de los productos amplificados se realizó en gel de agarosa al 2% con bro-

muro de etidio a una concentración final de 0,0005 mg/mL. El gel se cargó con 10 µL de mezcla de carga (10 µL de las muestras amplificadas con 1 µL de buffer de carga) y se corrió a 120 V durante 1 hora. Se utilizó un marcador de peso molecular de 50 pares de bases (Fermentas®).

Los primers fueron escogidos de los deducidos por Hansen *et al.*, 2001 (15) para detectar los genes que codifican para los tres componentes de la toxina Nhe y son descritos en el tabla 1.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del recuento total aerobio mesófilo demostraron que un 30% de las muestras tenían valores superiores a  $10^5$  UFC/g, destacándose dos muestras que presentaron recuentos superiores a  $10^8$  UFC/g.

En el tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para coliformes totales, fecales, *E. coli* y *B. cereus*. Cabe destacar que el 46% (n=23) de las muestras fueron positivas (>3 NMP/g) por coliformes totales, el 34% (n=17) por coliformes fecales y en el 16% (n=8) por *E. coli*. En cinco muestras fue posible la identificación de *B. cereus* (>3 NMP/g), siendo 240 NMP/g el valor más alto.

La evaluación de los aislamientos de estas últimas muestras mediante la prueba de PCR determinó que cuatro de ellas eran positivas por los tres genes (*nheA*, *nheB* y *nheC*) del operón *nhe*. En la cepa restante se detectó únicamente los genes *nheA* y *nheB* (figura 1).

## DISCUSIÓN

El arroz blanco cocido se encuentra

TABLE 1.  
Secuencia de nucleótidos, posición de los primers utilizados para la detección de genes codificantes para la toxina Nhe y tamaño de los productos esperados.

Nombre y secuencia (5'→3')	Posición	Producto esperado (pares de bases)
Componente A (gen <i>nheA</i> ) de Nhe <i>nheA</i> 344 S: TACGCTAAGGAGGGGCA <i>nheA</i> 843 A: GTTTTATTGCTTCATCGGCT	344-360 → 843-823 ←	499
Componente B (gen <i>nheB</i> ) de Nhe <i>nheB</i> 1500 S: CTATCAGCACTTATGGCAG <i>nheB</i> 2269 A: ACTCCTAGCGGTGTTCC	1500-1518 → 2269-2253 ←	769
Componente C (gen <i>nheC</i> ) de Nhe <i>nheC</i> 2820 S: CGGTAGTGATTGCTGGG <i>nheC</i> 3401 A: CAGCATTCGTACTTGCCAA	2820-2836 → 3401-3383 ←	581

TABLE 2  
Resultados en porcentajes de NMP de Coliformes Totales, NMP de Coliformes Fecales, NMP de *E. coli* y NMP de *B. cereus* obtenidos a partir de las muestras de arroz evaluadas.

Análisis	< 3 NMP/g	≥ 3 NMP/g - < 1100 NMP/g	≥ 1100 NMP/g
Coliformes Totales	54% (n=27)	20% (n=10)	26% (n=13)
Coliformes Fecales	66% (n=33)	14% (n=7)	20% (n=10)
<i>Escherichia coli</i>	84% (n=42)	10% (n=5)	6% (n=3)
<i>Bacillus cereus</i>	90% (n=45)	10% (n=5)	0% (n=0)

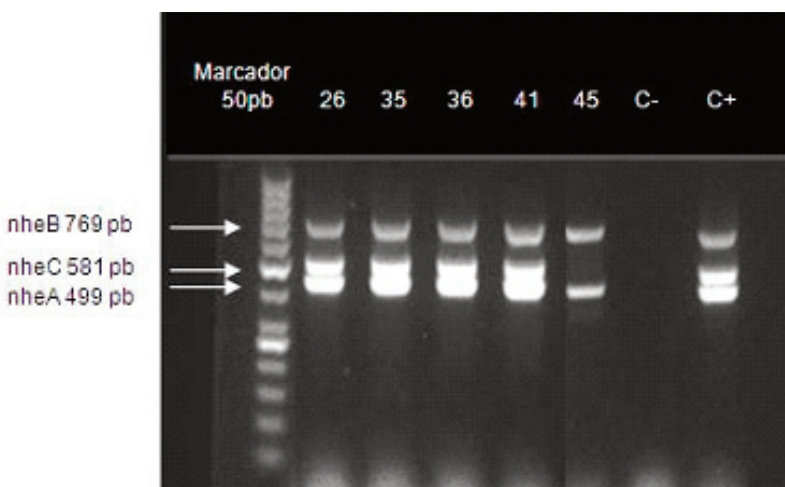


FIGURA 1  
Productos de amplificación del PCR de *B. cereus*. C+= Control positivo, cepa *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* HD 137 con los 3 genes para la toxina Nhe. C- = Control negativo, cepa *Escherichia coli* ATCC 25922.

dentro del grupo denominado alimentos listos para el consumo ya que no requieren tratamientos térmicos adicionales antes de ser ingeridos por el consumidor. La calidad bacteriológica de este alimento depende de muchos factores incluyendo la forma de prepararlo, la clase de arroz, la forma de servirlo y la manipulación del mismo (16).

En alimentos listos para el consumo, varios lineamientos (17,18) recomiendan recuentos totales aerobios mesófilos menores a  $10^5$  UFC/g de alimento. A nivel mundial se han realizado varios estudios para estimar la carga bacteriana mesófila aerobia inicial en arroz blanco cocido, algunos resultados incluyen los obtenidos en el Reino Unido donde se reportan valores que oscilan entre  $<10^3$  a  $\geq 10^7$  UFC/g (20), en Filipinas con un promedio de  $10^5$  UFC/g (20) y en la ciudad de Benin (Nigeria), se encontraron valores promedio de  $10^5$  UFC/g (17). En el actual estudio se determinó que el 30% (n=15) de las muestras tenían recuentos totales aerobios mesófilos superiores a  $10^5$  UFC/g de alimento, lo que supera los estándares de calidad a nivel internacional. Sin embargo, como la mayoría de estudios han encontrado resultados en el rango de  $10^5$  UFC/g de alimento, algunos autores como Gilbert *et al.* (17) abordan la posibilidad de aumentar el límite de aceptabilidad en alimentos a base de arroz hasta  $10^6$  UFC/g de alimento (20). Aún así, se encontró que 11 muestras superaron el valor de  $10^6$  UFC/g y dos de ellas sobrepasaron los  $10^8$  UFC/g. Niveles elevados de contaminación bacteriana en el arroz se han relacionado con la práctica de preparar grandes cantidades del producto en los restaurantes de manera anticipada para su posterior utilización y el guardar el producto a temperatura ambiente por largos periodos de tiempo antes de volver a calentarlo. Estas prácticas son particularmente comunes en países donde el arroz es parte importante de la dieta y además se usa como materia prima para otros alimentos (19).

La adición de productos frescos al arroz cocinado y las prácticas incorrectas al servir los alimentos pueden ayudar a explicar los altos porcentajes de muestras positivas ( $>3$  NMP/g) por coliformes totales (46%) y coliformes fecales (34%), indicando mala higiene, inadecuada cocción o contaminación post tratamiento térmico (16,20).

Por otra parte, como es conocido, *E. coli* se considera el microorganismo indicador de contaminación fecal por excelencia, esto debido a que tiene como há-

bitat natural el intestino de animales vertebrados (14,20). En este trabajo se encontró que un 16% de las muestras (n=8) eran positivas ( $\geq 3$  NMP/g) por *E. coli*. Según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 empleado para la interpretación de resultados en el grupo 17: Alimentos listos para consumir y subgrupo 17.1: Alimentos preparados, listos para consumir que no requiere tratamiento térmico, para el parámetro de *E. coli* el límite máximo permitido es de  $<3$  NMP/g, por lo que las ocho muestras anteriormente mencionadas no son aptas para el consumo humano. Para la mayoría de los especímenes en los que se detectó *E. coli* se sobrepasó el límite permitido, teniendo la muestra más contaminada un resultado de 24 000 NMP/g. Tales valores implican un riesgo potencial de contaminación con patógenos entéricos al encontrar cantidades significativas de contaminación fecal en alimentos listos para consumo.

Se aisló *B. cereus* a partir del 10% de las muestras analizadas. Estudios nacionales previos reportan un 33% de aislamientos en productos lácteos con especias y leches deshidratadas (13), mientras que en un estudio realizado en Nigeria se reportó porcentajes de aislamiento de 50% de *B. cereus* en diferentes clases de arroz cocido (16). Por otro lado, en un estudio realizado en Cuba por Martino *et al.*, (2010) (6) se aislaron 24 cepas de *B. cereus* a partir de 110 muestras de alimentos listos para el consumo, donde la mayor incidencia se encontró en los platos elaborados a base de arroz y de natilla. Otros estudios recientes también han reportado recuentos altos de *B. cereus* en arroz y pastas en Holanda y Taiwán (16, 21).

La determinación de *B. cereus* mediante la técnica de NMP realizada en este estudio reveló cinco muestras positivas ( $>3$  NMP/g) pero con niveles bajos de contaminación por este patógeno, siendo 240 NMP/g el valor más alto encontrado. Los criterios de aceptabilidad para alimentos positivos por *B. cereus* son diversos, algunas fuentes citan como satisfactorios niveles  $<10^3$  UFC/g, aceptables entre  $10^3$ - $<10^4$  UFC/g, insatisfactorios entre  $10^4$ - $<10^5$  UFC/g, e inaceptables/potencialmente patógenos  $>10^5$  UFC/g (20). Otras autoridades citan niveles  $<10^2$  UFC/g como satisfactorios, entre  $10^2$  a  $<10^3$  como aceptables, entre  $10^3$  y  $<10^4$  como insatisfactorios y  $\geq 10^4$  como peligrosos (20-22). Sin importar cuáles criterios de interpretación sean utilizados, los resultados encontrados en esta investigación señalan valores que no representan

un riesgo para la salud del consumidor, no obstante, la presencia de *B. cereus* en alimentos listos para el consumo generalmente se ha relacionado con manejos inadecuados luego de la cocción (6).

Aunque muchos autores consideran que valores bajos representa un bajo riesgo de intoxicación alimentaria por *B. cereus*, se ha reportado que al tratarse de alimentos ya cocidos, desprovistos de la mayoría de los microorganismos competidores, mantenidos a temperaturas fuera del rango térmico sugerido por largos periodos de tiempo, el riesgo de una infección o intoxicación por este patógeno aumenta considerablemente (23-24).

La presencia de *B. cereus* en el alimento no es suficiente para determinar el riesgo real de producir infección en el consumidor, por lo que es importante determinar el potencial toxigénico de las cepas aisladas (10,13). De acuerdo a los resultados obtenidos del PCR, cuatro de los cinco aislamientos de *B. cereus* contaban con los genes *nheA*, *nheB* y *nheC* del operón *nhe*; y por lo tanto se consideran capaces de producir la toxina *Nhe*. Algunos estudios indican que el operón *hbl* se encuentra presente en aproximadamente 50% de los aislamientos de *B. cereus* y el *nhe* en cerca del 100% de las cepas (11). En un estudio danés realizado por Rosenquist *et al.* (21) se identificaron 40 cepas de *B. cereus* en alimentos listos para el consumo, las cuales eran todas positivas por el operón *nhe*. En muchos casos de intoxicaciones alimentarias por *B. cereus*, la toxina *Nhe* actúa de forma exclusiva (25), por lo que el aislamiento de cepas con los tres genes codificados por el operón *nhe* no solo implica la producción de toxina si no también la posibilidad de causar una toxoinfección aún en ausencia de otra toxina (*Hbl* o *CytK*). Se sabe que la presencia de *nheC* junto con *nheA* y *nheB* es esencial para producir la actividad citotóxica del complejo *Nhe* en ensayos con células Vero (25). Al parecer la función de *nheC* es similar al de un “catalizador”, ya sea ayudando a unir a *nheA* con *nheB* (luego que *nheB* se acople con la célula blanco) o facilitando cambios conformacionales (25), por lo que los productos de los tres genes son indispensables para la actividad biológica de la toxina; es por esto que la muestra donde solo se detectaron los genes *nheA* y *nheB*, no se considera capaz de producir una toxina *Nhe* funcional.

Teniendo en cuenta los hallazgos obtenidos durante esta investigación que incluyen un 46% de muestras

positivas por coliformes totales, 34% por coliformes fecales, 16% por *E. coli* y 10% por *B. cereus* y un 8% por *B. cereus* toxigénicos se sugiere que el consumo de arroz blanco en restaurantes puede representar un riesgo para la salud pública y que se deberían implementar mejoras en las medidas higiénicas, el procesamiento, la manipulación y el almacenamiento del alimento, con el fin de brindarle al consumidor un producto inocuo y de mejor calidad.

## REFERENCIAS

1. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Estudio de la cadena agroalimentaria de arroz en la República Dominicana. 2006. 1-94.
2. Conarroz. Laboratorio de Control de Calidad. 2011. En línea. [www.conarroz.com](http://www.conarroz.com). Consultado el 21 de Julio 2011
3. Pan T, Wang T, Lee C, Chien S & Horng C. Food-Borne disease outbreaks due to bacteria in Taiwan, 1986 to 1995. *J Clin Microbiol.* 1997. 35: 1260–1262.
4. Martínez J. Desarrollo de métodos rápidos para el control del *Bacillus cereus* en alimentos. Tesis Doctoral Universidad de Valencia. 2008.
5. Ash C, Farrow J, Dorsch M, Stackenbrandt E & Collins M. Comparative analysis of *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, and related species on the basis of reverse transcriptase of 16S rRNA. *Int J Syst Bacteriol.* 1991. 41: 343–346.
6. Martino T, Leyva V, Puig Y, Machin M, Aportela N & Ferrer, Y. *Bacillus cereus* y su implicación en la inocuidad de los alimentos. Parte I. *Rev Cub Salud Púb.* 2010. 36: 128–138.
7. Jensen G, Hansen B, Ellenberg J, & Mahillon J. The hidden lifestyles of *Bacillus cereus* and relatives. *Environm Microbiol.* 2003. 5: 631–640.
8. Bottone E. *Bacillus cereus*, a volatile human pathogen. *Clin Microbiol Rev.* 2010. 23: 382–398.
9. Lund T, DeBuyser M & Granum P. A new cytotoxin from *Bacillus cereus* that may cause necrotic enteritis. *Mol. Microbiol.* 2000. 38: 254–261.
10. Saki C, Luchi T, Ishii A, Kumagai K & Takagi T. *Bacillus cereus* brain abscesses occurring in severely neutropenic patients: successful treatment with antimicrobial agents, granulocyte colony-stimulating factor, and surgical drainage. *Int. Med.* 2001. 40: 654–657.
11. Granum P. *Bacillus cereus* and food poisoning. *Applications and systematics of Bacillus and relatives.* 2002. 141-159.
12. Schmidt K. WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Infections and Into-

- fications in Europe. Sixth Report 1990-1992. 1995.
13. Blanco W, Arias M, Pérez C, Rodríguez C & Chaves C. Detección de *Bacillus cereus* toxigénicos en productos lácteos con especias y leches deshidratadas colectadas en Costa Rica. *ALAN*. 2009. 59: 402-406.
  14. Pouch DF. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4a ed. APHA. US. 2001.
  15. Hansen B & Hendriksen N. Detection of enterotoxigenic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* strains by PCR analysis. *Appl Environ Microbiol*. 2001. 67: 185-189
  16. Wogu M, Omoruyi M, Odeh H & Guobadia J. Microbial load in ready-to-eat rice sold in Benin City. *J Microbiol & Antimicrobiol*. 2011. 3: 29-33.
  17. Gilbert R, De Louvois J, Donovan T, Little C, Nye K, Ribeiro C, Richards J, Roberts D & Bolton F. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Commun Dis Public Health* 2000. 3: 163-167.
  18. FSAI, Food Safety Authority of Ireland. Guidelines for the Interpretation of Results of Microbiological Analysis of Some Ready-to-eat Foods Sampled at Point of Sale, Guidance, Note No. 2001. 3: 1-12.
  19. Azanza P. Aerobic plate counts of Philippine ready-to-eat foods from take-away premises. *J Food Safety*. 2005. 25: 80-97.
  20. New South Wales, Food Authority. Microbiological quality guide for ready-to-eat foods, A guide to interpreting microbiological results. 2009.
  21. Rosenquist H, Smidt L, Andersen S, Jensen G & Wilcks A. Occurrence and significance of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* in ready-to-eat food. *FEMS Microbiol Lett*. 2005. 25: 129-136.
  22. Food Standards Australia New Zealand. Guidelines for the microbiological examination of ready - to - eat foods. 2001.
  23. Mendes R, de Azeredo R, Coelho A, de Oliveira S & Coelho M. Contaminação ambiental por *Bacillus cereus* em unidade de alimentação e nutrição. *Rev Nutr Campinas*. 2004. 17: 255-261.
  24. Ghelardi E, Celandroni F, Salvetti S, Barsotti C, Baggiani A & Senesi S. Identification and characterization of toxigenic *Bacillus cereus* isolates responsible for two food-poisoning outbreaks. *FEMS Microbiol Lett*. 2002. 208: 129-34.
  25. Lindbäck T, Fagerlund A, Rødland M & Granum P. Characterization of the *Bacillus cereus* Nhe Enterotoxin. *Microbiol*. 2004. 150: 3959-3967.

Recibido: 28-05-2012

Aceptado: 13-08-2012

## Study of EDTA intake of children for potential use of FeNaEDTA for breakfast cereal fortification

*María G. Galán, Carolina E. Cagnasso, Silvina R. Drago.*

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.  
Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Argentina.

**SUMMARY.** EDTA is used as disodium salt or disodium-calcium in foods, to prevent lipid oxidation or as color and flavor stabilizer. In some countries, FeNaEDTA is also used as a source of iron for fortification. However, EDTA has an Acceptable Daily Intake (ADI) of 2.5 mg / kg/day. The aim of this study was to estimate the intake of EDTA in children of school age and the potential use of FeNaEDTA as iron source for breakfast cereal fortification. A qualitative-quantitative food frequency questionnaire was conducted on 225 schoolchildren of both sexes, aged between 4 and 13, from school canteens, public and private schools, from the city of Santa Fe (Argentina). Only those foods which EDTA addition is allowed in Argentina: packaged ice cream, soda, soft drinks and powdered soft drinks (upper limit of Na<sub>2</sub>EDTA o Na<sub>2</sub>CaEDTA: 35 mg/kg) and dressings and margarines (upper limit of Na<sub>2</sub>CaEDTA: 75 mg/kg) were considered. EDTA Average Daily Consumption (ADC) was 0.06 mg/kg/day with a median of 0.011 mg/kg/day, representing 2.4% of the ADI. In the hypothetical case that FeNaEDTA would be used as iron source for breakfast cereal fortification at level of 11 mg Fe%, the potential EDTA ADC would be 0.46 ± 0.32 mg/kg/day, representing 18.4% of the ADI (2.5 mg/kg/day). Results indicate that children from Santa Fe city have an EDTA ADC currently well below the maximum ADI of EDTA, which would remain low even if FeNaEDTA is used for breakfast cereal fortification.

**Key words:** EDTA consumption, iron fortification, FeNaEDTA, breakfast cereals, food frequency questionnaire.

**RESUMEN. Estudio de la ingesta de EDTA en niños para la utilización potencial de FeNaEDTA en la fortificación de cereales para desayuno.** El EDTA es utilizado en alimentos como sal disódica o disódica-cálcica, para prevenir la oxidación lipídica o como estabilizante del color y sabor. En algunos países, FeNaEDTA es también usado como una fuente de hierro para la fortificación de alimentos. Sin embargo, posee una Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 2,5 mg/kg/día. El objetivo de este estudio fue estimar la ingesta de EDTA en niños y el potencial uso de FeNaEDTA como fuente de fortificación de hierro en cereales para desayuno (CPD). Se realizó un cuestionario de frecuencia alimentaria cuali-cuantitativo a niños de ambos sexos, en edades comprendidas entre 4 y 13 años, que asistían a comedores escolares, escuelas públicas y privadas de la Ciudad de Santa Fe, Argentina. Solo se evaluaron aquellos alimentos en los que se halla permitido el agregado de EDTA en Argentina: helados envasados, gaseosas, bebidas sin alcohol y jugos en polvo, aderezos y margarina. La Ingesta Diaria Promedio (IDP) de EDTA fue de 0,06 mg/Kg/día con una mediana de 0,011 mg/kg/día, lo que representa el 2,4% de la IDA. En el hipotético caso de que FeNaEDTA fuera usado como fuente de hierro para fortificación de CPD en un nivel de 11 mg Fe%, la potencial IDP de EDTA sería de 0,46 ± 0,32 mg/kg/día, lo que representa un 18,4 % de la IDA. Los resultados indican que la IDP de EDTA está muy por debajo de la IDA máxima, la cual seguiría siendo baja incluso si el FeNaEDTA se utilizara como fortificante de hierro en CPD.

**Palabras clave:** Consumo de EDTA, fortificación con hierro, FeNaEDTA, cereales para desayuno, cuestionario de frecuencia alimentaria.

### INTRODUCTION

Iron-deficiency anemia is the most prevalent disease in developed and undeveloped countries, affecting two million people worldwide (1, 2). Risk groups are young children and women of childbearing age. During periods of rapid growth, blood volume expands and more iron for red blood cells is needed. Iron deficiency can result in neurological and muscular diseases in pregnant women, prema-

ture birth and diseases of the fetus (3).

International organizations such as UNICEF and the World Health Organization (WHO) have been actively working to eradicate malnutrition, recommending four strategies: education, dietary diversification, supplementation and fortification (2).

Fortification of foods, namely micronutrients addition to staple foods, has been done in many industrialized countries for many years with considerable success,

proving to be effective in correcting nutritional deficiencies of the population or specific groups at risk. Foods from all major groups such as flour, bread, cereals, dairy, oils, sugar, sweets and non-alcoholic beverage, can be fortified without altering the taste and appearance of food (4).

Dietary micronutrients are found in different chemical forms, which absorption depends not only on the content and chemical form of the mineral, but also on other occurring food components, interactions between elements and individual physiological factors (4).

Consequently, to estimate the effectiveness of the micronutrient contribution from the diet, it is not enough to determine the content in the food, but also the absorption and utilization by the body's cells, i.e. the bioavailability (5, 6).

Several organizations promote the use of sodium iron EDTA salt (FeNa EDTA) as iron source in developing countries. The main advantage of using FeNa EDTA in food fortification is that Fe is protected in gastrointestinal tract from iron absorption inhibitors, such as phytates and polyphenols. Another proposed strategy is the use of the disodium salt of EDTA (Na<sub>2</sub>EDTA) as an enhancer of iron absorption when it is added as ferrous sulfate (7).

Cereal-based foods are found among the most commonly suggested vehicles for iron fortification (4). It has been reported that iron from FeNaEDTA is 2 to 4 times better absorbed than iron from ferrous sulfate in a variety of cereals and legumes based foods. It does not promote lipid oxidation and is stable during food processing and storage (8).

Iron is better absorbed when the ratio EDTA: Fe is 0.25 to 1. The protective action of EDTA is independent of whether it is added as FeNaEDTA or Na<sub>2</sub>EDTA (9).

EDTA is also used as disodium salt or disodium calcium in foods such as heavy metal scavenger to prevent lipid oxidation or as a color and flavor stabilizer.

Many countries permit EDTA addition to foods. The European Union allows the addition of EDTA in a very small number of foods and prohibits its use intended for infant food. In Latin America there are different policies. In Argentina, the Argentine Food Code (CAA) allows the addition of Na<sub>2</sub>EDTA or Na<sub>2</sub>CaEDTA to packaged ice cream, soda, soft drinks and powdered soft drink with a limit of 35 mg/kg and in dressings (mayonnaise and mustard) and margari-

nes, Na<sub>2</sub>CaEDTA is allowed with a limit of 75 mg/kg. In other countries, including Brazil, Chile and Colombia the addition of these additives is allowed in a greater number of foods (10).

It should be noted that EDTA has an ADI of 2.5 mg/kg/day. Therefore, it should be considered the potential daily intake of this additive not only for controlling the levels of addition, but also for the possibility of using FeNaEDTA for food fortification.

According to a report by the Organization of the United Nations Food and Agriculture Organization and WHO (2) there are three groups of additives on which it is important to evaluate the intake: the additives permitted in high concentrations in many foods, the additives in foods that are highly consumed and those with an ADI of 0 to 5 mg / kg.

There are two types of groups where EDTA intake should be carefully controlled, the population of higher economic strata because of their greater access to industrialized food and children (11).

The aims of this work were estimate EDTA consumption by children and adolescents in order to determine EDTA employment levels and evaluate the potential consumption of EDTA in the hypothetical case of using FeNaEDTA as fortification iron source in breakfast cereals.

## MATERIALS AND METHODS

### Participants:

A population of 225 children and adolescents of both sexes (97 female and 128 male) from the city of Santa Fe (placed in the center of Argentina), aged between 4 and 13 years old, who attend schools canteens (20.9 %), public and private schools (36% and 43.1% respectively), were classified as belonging to low (L), middle (M) and upper middle (UM) social class, respectively. The survey was carried out between October 2009 and April 2010. The sample was drawn randomly and parent consensus was asked. Surveys corresponding to children between 4 and 10 years were answered by their parents and those made for people over 10 years old were answered by themselves.

### Data collection instrument and study procedures:

A qualitative-quantitative food frequency questionnaire considering only foods where EDTA as additive

is allowed by the CAA was performed. The food groups used for the preparation of this survey were: dressings (mayonnaise and mustard), soda, soft drink, powdered soft drink, packaged ice cream, and margarine. For each food group the frequency of consumption (how often the food is consumed at day, week or month), the number of servings consumed each time and the brand most frequently consumed were asked. The survey suggested different serving sizes depending on the food, for example: cups, soup spoons, teaspoons, etc.

The weight of each individual was measured in order to calculate the EDTA ADC, expressed as mg/kg/day.

The survey also requested details about the age and sex of the subject.

In the same survey, the consumption of breakfast cereals was assessed.

#### Analysis of the questionnaires:

The ADC of each food was recorded. The presence of EDTA in a product was considered from the label of each food. If the food contained EDTA, the maximum concentration allowed by the CAA was taken.

Serving sizes were considered according those established in the MERCOSUR Technical Resolution 47/03 (Spoonful of soup: 10 g, spoonful of tea: 5 g, glass: 200 ml, can: 354 ml, bottle: 250 ml) (12).

To study the potential use of FeNaEDTA as fortificant in breakfast cereal, a level of 11mg Fe/100 g product was considered. This is the amount stated in the majority of commercially available breakfast cereals. This value corresponds to 57.4 mg EDTA, because molar ratio iron: EDTA of 1:1 (11).

#### Statistical analysis:

Data were processed using the Statgraphic Plus 5.1 for Windows. In order to determine if the sample belong to a normal population the determination of kurtosis was made. As samples were from a non-normal distribution, data were compared using Kruskal-Wallis Test. When p value was less than 0.05, the difference was considered significant.

## RESULTS

#### Food Average Daily Consumption:

Table 1 shows food ADC for each one of the foods

evaluated and the percentage of participants who consumed them. The Multifactor ANOVA shows that there were no statistically significant differences in the consumption of these foods by gender and social class.

TABLE 1  
Food average daily consumption (ADC)  
and consumption percentage

Food	%	ADC (g or mL/day)*
Mayonnaise	79.1	7.2 ± 10.9
Mustard	24.0	1.0 ± 2.5
Margarine	16.0	3.1 ± 29.4
Soda	98.2	343.5 ± 395.0
Soft drinks	63.5	110.0 ± 235.0
Powdered soft drink	89.8	335.7 ± 479.0
Packaged ice-cream	62.7	14.0 ± 28.1

\*Median value ± SD

These foods supply about 1226.2 KJ/day (293.3 Kcal/day), considering the ADC values showed in Table 1 and average energy values of 1676.2 KJ for mayonnaise, 200.6 KJ for soda and 54.3 KJ for powdered soft drinks (13), which would represent from 15 to 17% of the energy needs of this age group (7213-8175 KJ/día) (14).

#### EDTA Average Daily Consumption:

Considering the foods that actually use EDTA and the maximum EDTA supply that each type of food could do according CAA, an EDTA ADC of  $0.0603 \pm 0.0145$  mg/kg/day was obtained. This represents a 2.4% of the ADI (2.5 mg / kg / day; ADI). The range of EDTA consumption was 0.001 - 1.26 mg/kg/day, with a median of 0.011 mg/kg/day.

#### Factors affecting EDTA

##### Average Daily Consumption:

When EDTA ADC was analyzed by sex and age, no statistically significant differences were found. However, when the factor was the social class, middle-class children consumed more EDTA and upper middle class had the lower EDTA consumption (Table 2).

When EDTA ADC was analyzed by kind of consumed food, it could be observed that soda and mayonnaise were the foods which did the major contribution. Soft drinks, powder soft drinks and packaged ice cream consumed did not contain EDTA (Table 3).

TABLE 2  
Kruskal-Wallis Test for EDTA Average Daily Consumption (ADC) analyzed by social class.

Social class	n	EDTA ADC (mg/Kg/day)*
Lower class	47	0.0198 ± 0.0024 <sup>b</sup>
Middle class	81	0.0276 ± 0.0076 <sup>c</sup>
Upper middle class	97	0.0130 ± 0.0045 <sup>a</sup>

\*Median value ± SD. LSD test was used for statistic analysis. When p value was less than 0.05, the difference was considered significant.

TABLE 3  
Kruskal-Wallis Test for EDTA Average Daily Consumption (ADC) analyzed by food groups.

Food	EDTA ADC (mg/Kg/day)*
Mayonnaise	0.0104 ± 0.0040 <sup>c</sup>
Mustard	0.0010 ± 0.0004 <sup>a</sup>
Margarine	0.0070 ± 0.0010 <sup>b</sup>
Soda	0.0420 ± 0.0090 <sup>d</sup>
Soft drinks	0
Powdered soft drinks	0
Packaged Ice-cream	0

\*Median value ± SD. LSD test was used for statistic analysis. When p value was less than 0.05, the difference was considered significant.

#### Potential EDTA Daily Consumption:

In the unlikely event that all brands of food where EDTA addition is permitted would use it, the potential EDTA daily consumption would increase to 0.6 mg/kg/day, which represents 24.12% of the ADI.

#### Potential EDTA consumption in case of using FeNaEDTA as fortificant in breakfast cereals:

The ADC of breakfast cereals was 27 g/day, with a standard deviation of 61.58 g/day. No statistically significant differences were found when these data were evaluated according to sex and social class.

The hypothetical EDTA consumption from breakfast cereals, in the case of iron fortification with 11 mg Fe/100g using FeNaEDTA as iron source, would be 0.4 mg/kg/day.

If this value adds to EDTA ADC calculated from the intake of food which EDTA addition is allowed, the potential EDTA ADC would be 0.46 ± 0.32 mg/kg/day.

## DISCUSSION

The children population under study belongs to L (20.9%), M (36%) and UM social class (43.1%).

Table 1 show that almost all participants consumed soda, powdered soft drinks and mayonnaise on a regular basis. The energy come mainly from lipid and refined sugars. Taking into account the increased incidence of obesity observed in this age group in recent years, the consumption of these foods would be an unhealthy habit for a population in the middle stage of growth and adoption of eating habits.

EDTA ADC values were close to those obtained by Cagnasso et al (11), in a survey of children and adolescents of both sexes, aged from 3 to 18 years, from the city of Buenos Aires (EDTA ADC = 0.04 mg/kg/day, 1.6% of the ADI). However, the EDTA ADC value is lower than those obtained in other Latin American countries like Brazil, Chile and Mexico, where 0.18 mg/kg/day, 0.40 mg/kg/day and 0.48 mg/kg/day, EDTA ADC who were found, respectively (15). These differences could be due to the different food habits and because in these countries, the use of EDTA in a wider range of products is allowed. Coinciding with the results of Cagnasso et al (11), sex and age did not affect EDTA ADC, and soft drinks and mayonnaise were the foods that contribute most to the EDTA ADC.

The hypothetical EDTA consumption from breakfast cereals adds to EDTA ADC calculated from the intake of food which EDTA addition is allowed, the potential EDTA ADC would be 0.46 ± 0.32 mg/kg/day, representing 18.4% of the ADI (2.5 mg/kg/day). In this case, 4 subjects would have a consumption of 0.72 ± 0.06 mg/kg/day, representing 28.8% of the ADI.

## CONCLUSIONS

The results show that the EDTA ADC observed in children and adolescents from the city of Santa Fe (0.06 mg/kg/day) was below to the maximum value of IDA (2.5 mg/kg/day), being soda the food that contributed most to EDTA intake.

This study shows that fortification of breakfast cereal with FeNaEDTA would have a significant influence on EDTA ADC. However, the EDTA ADC would not exceed the ADI for EDTA, especially when it is consider that the methodology used (food frequency questionnaire) tends to overestimate the consumption. Thus, it can be assumed that the actual intake of EDTA would be less than that found in this study.

Breakfast cereals would be an important vehicle for fortification using FeNaEDTA, particularly because of cereals have high phytate content and other iron sources have low bioavailability in this matrix.

Acknowledgments: The authors thank Melina Erben for her contribution in data collection.

## REFERENCES

1. Ferreyra PA, Vallejos NR. Desnutrición oculta: Una nueva forma de desnutrición. *Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina*. 2003; 124: 14-17.
2. World Health Organization Department of Nutrition for Health and Development /United Nations University/UNICEF. Iron deficiency anemia, assessment, prevention and control: a guide for programme managers. Geneva: WHO, 2001.
3. Carmuega E, O' Donnell AM. Calidad de la dieta infantil en la salud de los niños hoy y mañana. Publicación CESNI, Ed Gaudian, Argentina, 1999
4. Hurrell R, Egli I. (2010) Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91: 1461-7.
5. O'Dell BL. Bioavailability and interactions among trace elements. *J Nutr*. 1985; 102: 653-660.
6. Southons S, Fairweather-Tait J, Hazell T. Trace element availability from de human diet. *Proc Nutr Soc*. 1998; 47: 27-35.
7. INACG. Iron EDTA for Food Fortification. A report of the International Nutritional Anemia Consultative Group. Lynch, S.R., Hurrell, R.F., Bothwell, T.H., MacPhail, A.P. Washington, USA 1993.
8. Hurrell RF, Reddy MR, Burri J, Cook JD. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. *Br J Nutr*. 2000; 84: 903-910.
9. Hurrell RF. Fortification: Overcoming technical and practical barriers. *J Nutr*. 2002; 132: 806-812.
10. Cagnasso CE, Lopez LB, Valencia ME. Sales del ácido etilendiaminotetraacético: una alternativa en la fortificación de alimentos con hierro. *Act Nutr*. 2010; 11: 140-148.
11. Cagnaso CE, López LB, Rodríguez VG, Valencia ME. Estimación de la ingesta potencial de ácido etilendiaminotetraacético en niños y adolescentes argentinos, influencia de la fortificación de cereales para desayuno con sal férrica de este ácido. *Rev Chil Nutr*. 2007; 34: 143-149.
12. MERCOSUR Technical Resolution 47/03. [www.puntofocal.gov.ar](http://www.puntofocal.gov.ar). Access: March 2012.
13. Food composition table. Database ARGENFOODS. Edited by Universidad Nacional de Lujan. <http://www.unlu.edu.ar/~argenfood>. Access: March 2012.
14. FAO/OMS/UNU. Human energy requirements. Technical Paper Series, No. 1. Rome, 2004.
15. Fisberg RM, Torres EAFS, Morimoto JM, Fisberg M, Araya HL, Vera GA et al. Estimativa do consumo de EDTA em escolares. *Rev Soc Bras Alim Nutr*. 2002; 24: 71-83.

Recibido: 20-04-2012

Aceptado: 27-08-2012

## Evaluación de los métodos de la normatividad mexicana para la determinación de nitritos en alimentos infantiles.

*Josefina C. Morales Guerrero, Rodrigo A. García Zepeda, Edgar Flores Ruvalcaba,  
Lorelei Martínez Michel.*

Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México, D.F., México.

**RESUMEN.** Se evaluaron los dos métodos para la determinación de nitritos, que solicita la normatividad mexicana, en alimentos infantiles cárnicos con verduras. Se determinó el contenido de nitritos a los alimentos infantiles, materias primas y productos intermedios del proceso de elaboración; en cada corrida analítica se incluyeron un blanco de reactivos y una muestra testigo; además se determinó la sensibilidad, porcentaje de recuperación y precisión de las metodologías. Los resultados en los alimentos infantiles indicaron una importante diferencia en los contenidos de nitritos obtenidos entre las metodologías, debido a la persistente presencia de turbidez en los extractos. Se propusieron diferentes tratamientos físicos para eliminarla, pero únicamente la redujeron; tal turbidez se atribuyó a los hidratos de carbono; las concentraciones de nitritos informadas presentaron una dispersión grande y estuvieron por debajo del límite de cuantificación de ambos métodos, por lo que no es recomendable la aplicación de estas técnicas para alimentos que se sospechan contienen trazas de nitritos.

**Palabras clave:** Nitritos, método de Griess, alimentos infantiles con carne y vegetales, hidratos de carbono

**SUMMARY. Evaluation of the methods for the determination of nitrites in baby foods according Mexican legislation.** We evaluated the two methods accepted by the Mexican norm for the determination of nitrites in infant meat-based food with vegetables. We determined the content of nitrites in the infant food, raw materials as well as products from the intermediate stages of production. A reagent blank and a reference sample were included at each analytical run. In addition, we determined the sensitivity, recovery percentage and accuracy of each methodology. Infant food results indicated an important difference in the nitrite content determined under each methodology, due to the persistent presence of turbidity in the extracts. Different treatments were proposed to eliminate the turbidity, but these only managed to reduce it. The turbidity was attributed to carbohydrates which disclosed concentration exhibit a wide dispersion and were below the quantifiable limit under both methodologies; therefore it is not recommended to apply these techniques with food suspected to contain traces of nitrites.

**Key words:** Nitrites, Griess test, meat-based infant food with vegetables, carbohydrates

### INTRODUCCIÓN

Los nitritos y los nitratos se emplean como aditivos en la fabricación de productos de origen animal y son los responsables del color rosado de la carne curada; contribuyen al sabor e inhibición del crecimiento de *Clostridium botulinum* cuya toxina puede causar la muerte (1). Su presencia en los alimentos no solo se debe al empleo de sales de curación; por el ciclo biológico del nitrógeno se han encontrado nitratos entre 1 a 10000 mg/kg de peso fresco, en vegetales, diferencia que se deben al suelo, agua y al uso de fertilizantes (2,3). Por otro lado la presencia de nitritos en los vegetales se debe a la reducción del nitrato; reacción que requiere condiciones de pH, enzimas reductoras o iones metálicos; además, ocurre durante el escaldado

o el almacenamiento a temperaturas mayores a las de refrigeración (4).

A manera general se han detectado nitratos y nitritos en alimentos sin procesar como: carne, cereales y pescado, así como en alimentos procesados como: lácteos ó bebidas a base de vegetales; no obstante, los nitritos varían en cada alimento, pero la concentración en productos cárnicos curados no debe ser >156 mg/kg (5), mientras que en alimentos que no se someten a curación se han encontrado concentraciones < 5 mg/kg (2).

En México se comercializan alimentos infantiles (AI) que se etiquetan con nombres de productos cárnicos curados (papilla de jamón con vegetales), lo que hace pensar que fueron elaborados con jamón y son objeto de la normatividad mexicana para ese tipo de cárnicos, aunque el fabricante declara haberlo elabo-

rado con pernil de cerdo que no fue sometido a un proceso de curado.

Debido a lo anterior, es conveniente la correcta aplicación de la regulación por los efectos toxicológicos para el consumidor, formación de Nitrosaminas (1), especialmente cuando los productos van dirigidos a población susceptible, siendo los niños <6 meses los que presentan el mayor riesgo (6).

Entre los métodos analíticos para determinar nitritos en alimentos y agua se encuentran los basados en espectrofotometría, potenciometría, quimioluminiscencia, electroforesis- capilaridad ó HPLC (7-9); en México, la Secretaría de Salud y la industria cárnica, emitieron la norma NOM-122-SSA1-1994, que incluye dos métodos (A y B) basados en la reacción de Griess, debido al bajo costo de reactivos, procedimiento simple, confiabilidad y no requiere instrumentos costosos. Sin embargo, no se ha evaluado su desempeño con AI cárnica. Un análisis previo en estos productos informó concentraciones < 2 mg/kg con el método B y entre 10 a 20 mg/kg con el método A, diferencia importante, a pesar de que tienen procedimientos similares.

La presente investigación evaluará el desempeño de las metodologías y determinará el origen de las diferencias en los resultados al evaluar nitritos en AI, con los métodos de la normatividad mexicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### 1. Materiales

Los AI fueron: Papilla de jamón con vegetales (PJV), Papilla de carne de res con vegetales (PRV) y Papilla de carne de pollo con vegetales (PPV); los cuales fueron proporcionados por el fabricante. La muestra testigo (MT) fue jamón tipo Virginia (JV).

2. Métodos para la determinación de nitritos descritos en la normatividad mexicana (5)

Los métodos, para la determinación de nitritos (A y B), se basan en la diazotización de Griess en la cual se obtiene un colorante azoico por acoplamiento de una sal de diazonio con una amina aromática, que puede ser alfa-naftilamina ó 1-naftilamina en presencia de ácido sulfanílico (Reactivo de Griess). El colorante se detectó a una longitud de onda de 520 nm en un espectrofotómetro Beckman® DU-70.

#### a. Reactivos

Ácido sulfanílico, ácido acético, cloruro

mercúrico, nitrito de sodio e NaOH de Baker®, 1-naftilamina de Sigma-Aldrich®, sulfato de zinc de Merck® y papeles filtro para retención de partículas de 8, 2.5 y 0.45 µm de diámetro Whatman®.

#### b. Extracción

La diferencia fundamental entre métodos es la extracción, porque la precipitación de proteínas y otros sólidos se realiza con diferentes reactivos.

La extracción del método A se realizó con 1 a 2 g de muestra, molida y homogenizada, en un vaso de precipitados de 50 mL, se agregaron 40 mL de agua caliente, se agitó y transfirió a un matraz volumétrico de 250 mL, el vaso se lavo con porciones de agua caliente hasta completar 160 mL. Se colocó el matraz en baño de vapor con agitación por 2 h. Al término se agregaron 5 mL de solución saturada de cloruro mercúrico y se agitó. Se llevó a aforo y se filtró, se tomó una alícuota de 50 mL, en un tubo de Nessler, se agregaron 2 mL del reactivo de Griess se agitó y se dejó reposar durante 20 min para desarrollarse la reacción.

Para el método B se realizó con 2 a 3 g de muestra, molida y homogenizada, en un vaso de precipitados de 50 mL, se agregaron 40 mL de agua caliente, se agitó y vació a un matraz volumétrico de 250 mL, se lavó con porciones de agua caliente hasta completar 160 mL. Se colocó el matraz en baño de vapor por 90 min, se agregaron 10 mL de sulfato de zinc 0.42 M y se agitó. Se agregaron 12 mL de NaOH al 2% se agitó y colocó en baño de vapor por 10 min. Se enfrió a temperatura ambiente y aforó. Se filtró y tomaron 50 mL en un tubo de Nessler se agregaron 2 mL del reactivo de Griess, se agitó y para desarrollo de la reacción se dejó reposar durante 20 min.

c. Solución patrón de nitritos y curva estándar de comparación

La solución patrón (SP) se obtuvo al diluir 10 mL de una solución que se preparó con 0.5 g de NaNO<sub>2</sub> y 1 L de agua libre de nitritos, en 1 L de agua destilada (1 mL = 0.005 mg de NaNO<sub>2</sub>).

Para la curva estándar se consideraron 12 puntos, de 0 a 0.05 mg, que se prepararon al agregar entre 0 a 18 mL de la SP en tubos Nessler, se llevaron a aforo y se agregaron 2 mL del reactivo de Griess, se agitaron y después de 20 min se determinó la absorción del colorante azoico espectrofotométricamente. Los puntos equivalen a concentraciones de 0 a 125 mg/kg de alimento

#### d. Control de Calidad

Los controles para asegurar la calidad de las mediciones, en cada corrida analítica, consistieron en: a. Se preparó la curva de comparación, la cual debió tener una  $r^2 \geq 0.98$ , b. Se incluyó la muestra testigo y el blanco de reactivos, c. Las muestras se trabajaron de manera ciega, se codificaron con números aleatorios, y por quintuplicado, d. El funcionamiento del espectrofotómetro se verificó con una celda de holmio.

3. Determinación de nitritos a los AI, sus materias primas y productos intermedios del proceso de elaboración de la PJV.

Se incluyeron dos modificaciones, durante el proceso de filtración, sin afectar el fundamento de las técnicas, con el objeto de eliminar las diferencias entre métodos, tales cambios fueron: a. Previa centrifugación de los extractos a 5500 rpm/5 min y b. Filtración adicional con filtros de 0.45  $\mu\text{m}$ .

4. Determinación de la sensibilidad, porcentaje de recuperación y precisión de los métodos

Para determinar la sensibilidad, la cual incluye la concentración neta mínima detectable (CMD) y el límite de cuantificación (LoQ), de ambos métodos se empleó la guía Eurachem (10).

Para el porcentaje de recuperación se analizaron soluciones acuosas entre 1 a 75 mg de nitritos/L y AI adicionados, con una concentración conocida de nitritos. Las soluciones se obtuvieron con la SP y agua desionizada, los resultados se informaron en mg/L, y los AI adicionados se prepararon a partir de 2 g de la papilla a los cuales se agregaron los micro litros ( $\mu\text{L}$ ) necesarios de SP para obtener 5 concentraciones equidistantes entre 6 a 30 mg/kg, los resultados se informaron en mg/kg; cabe mencionar que en cada corrida analítica se analizó la papilla sin adicionar.

Para la precisión, repetibilidad y reproducibilidad, de ambos métodos se utilizó la ISO-5725-2 (10).

5. Caracterización de los alimentos infantiles

Para determinar la composición de los AI y detectar las posibles interferencias, se llevó a cabo un análisis químico proximal y de fibra soluble e insoluble; de acuerdo a los métodos de normas oficiales mexicanas (NOM) y normas mexicanas (NMX) para extracto etéreo (EE) (11), cenizas (12), humedad (13), proteína (14), fibra cruda (15) y fibra dietética (FD) (16); los hidratos de carbono (HC) se obtuvieron por diferencia.

6. Análisis estadístico.

Los resultados se presentaron con la media, desvia-

ción estándar y los coeficientes de variación (CV) para conocer la variación alrededor del valor medio o central, en ambas metodologías.

Para determinar la temperatura y porosidad del papel a emplear; así como, evaluar la diferencia en las concentraciones obtenidas para una misma muestra entre métodos se aplicó una prueba t para muestras relacionadas.

## RESULTADOS.

### Determinación de nitritos a los AI, materias primas y a productos intermedios del proceso de elaboración.

Para determinar como afectan la determinación las variables: porosidad del papel filtro y la temperatura de extracción; el JV se sometió a dos temperaturas de extracción (20 y 92.8°C) en cada método. Los resultados indicaron que esta variable no afectó el contenido de nitritos. Por el método A se obtuvieron concentraciones iguales ( $p > 0.05$ ) en ambas temperaturas y los nitritos promedio estuvieron en  $92.88 \pm 1.61$  mg/kg; en el método B se obtuvo un comportamiento similar y el promedio fue de  $75.13 \pm 2.65$  mg/kg; los CV fueron  $< 5\%$  y en cada temperatura de extracción la  $n = 10$ . Cabe mencionar que el JV, empleado para el desarrollo de cada método fue de diferente lote, lo que explica la diferencia en concentraciones entre métodos. Por lo anterior, la prueba para evaluar el tamaño de poro del papel filtro, se realizó a 92.8°C y se consideraron papeles libres de cenizas y para retención de partículas de 8  $\mu\text{m}$  y 2.5  $\mu\text{m}$ , los resultados fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) por el método A porque los extractos obtenidos con el papel de 8  $\mu\text{m}$  presentaron ligera turbidez, aun cuando se trato de la MT, e informó concentraciones mayores, de  $103.01 \pm 4.13$  mg/kg, no obstante con 2.5  $\mu\text{m}$  se obtuvieron extractos claros y nitritos alrededor de 75.60 mg/kg; el método B no informó diferencias ( $p < 0.05$ ) y la concentración promedio fue de  $88.26 \pm 2.02$  mg/kg; por cada papel la  $n = 10$ . Debido a lo anterior se decidió emplear una temperatura de 92.8°C para la extracción y papel para retención de partículas de 2.5  $\mu\text{m}$ .

Las materias primas analizadas que se emplean en la elaboración de la PJV, fueron: perrito de cerdo, agua de proceso y almidón modificado de maíz waxy; por el método A se obtuvieron resultados  $< 3.6$  mg/kg y con CV entre 18-46%, el almidón informó la mayor

concentración de nitritos seguido del perril de cerdo; en cambio con el método B se obtuvieron resultados negativos. También se analizaron algunos de sus productos intermedios como: 1. perril de cerdo/agua, 2. perril de cerdo/agua/ vegetales, 3. perril de cerdo/agua/vegetales/espinaças; los resultados fueron menores a 7 mg/kg con el método A, la mayor concentración fue para el producto intermedio 3 y los demás informaron contenidos < 1.5 mg/kg con CV >30%, los extractos presentaron turbidez; por el contrario con el método B, no se detectaron nitritos y los extractos fueron claros.

El contenido de nitritos en los AI fueron menores a 9 mg/kg por el método A y la PJV presentó el mayor contenido,  $9.05 \pm 1.53$  mg/kg con CV = 16.93%; la PRV y PPV informaron concentraciones < 4 mg/kg y con CV >20%; con el método B el único AI que informó una concentración positiva fue la PJV, con  $0.98 \pm 0.08$  mg/kg con CV = 18%.

Los resultados de los tratamientos físicos para eliminar las diferencias entre métodos se presentan en la TABLA 1, en esta se observan concentraciones de nitritos parecidas entre métodos, sin embargo se observa también variación importante.

TABLA 1  
Tratamientos propuestos para eliminar interferencias (turbidez).

Papilla	Centrifugación de los extractos							
	Método A				Método B			
	n	mg/kg	DE	CV	n	mg/kg	DE	CV
PPV*	10	1.37	0.92	70	10	0.86	0.57	66
PRV‡	10	2.25	0.96	43	10	1.59	0.43	27
PJV	10	3.06	0.89	30	10	2.11	1.75	83
Papilla	Filtrado adicional con filtro de 0.45 µm							
	Método A				Método B			
	n	mg/kg	DE	CV	n	mg/kg	DE	CV
PPV*	10	4.50	2.00	44	10	1.23	0.42	34
PRV‡	10	3.27	1.56	48	10	0.59	0.58	98
PJV	10	3.54	1.75	49	10	0.55	0.77	140

\*Papilla de pollo con vegetales. ‡Papilla de res con vegetales. |Papilla de jamón con vegetales.

Debido a lo anterior y a las estimaciones de la sensibilidad de los métodos, que se exponen posteriormente, se analizaron los AI cárnicos con un tamaño de muestra mayor, para tales corridas analíticas se sometieron al análisis 5g del AI; por el método A no fue po-

sible obtener alícuota suficiente para la reacción; sin embargo, por el método B informaron concentraciones < 1 mg/kg con CV >50%.

#### Estimación de la sensibilidad, porcentaje de recuperación y precisión de los métodos.

De la estimación de la sensibilidad para el método A se obtuvo que la CMD fue de 0.0011mg, que equivale a 2.80 mg/kg, y un LoQ de 0.0037mg (9.33 mg/kg); mientras que, por el método B la CMD fue de 0.0015mg, que equivale de 2.5 a 3.75 mg/kg, y un LoQ de 0.0049mg (8.33 a 12.5 mg/kg); las concentraciones estimadas se calcularon con base al peso de muestra de la normatividad.

Para determinar los porcentajes de recuperación se consideraron las concentraciones entre 1 a 75 mg/kg, porque los AI informaron concentraciones < 10 mg/kg y la MT entre 71 a 75 mg/kg. En ambos métodos, para las concentraciones de 10 a 75 mg/kg los porcentajes se encontraron entre 85 a 118% con CV < 5%, FIGURA 1, no obstante entre 1 a 5 mg/kg se obtuvieron CV > 24% y la recuperación presentó un intervalo mayor, 59 a 127%; debido a los resultados se estableció que las mediciones son más confiables a partir de 9.7 mg/kg. En todas las corridas analíticas la MT in-

formó similitud ( $p > 0.05$ ) entre métodos y CV < 5%.

Con el objeto de cuantificar las concentraciones < 9.7 mg/kg con una menor dispersión se llevó a cabo el análisis con 5 y 10 mL de solución de concentración conocida. En el caso de 5 mL se logró cuantificar con CV < 5% y %R entre 80-120 hasta 5 mg/L; sin embargo las menores informaron %R similares pero CV > 15%. Al analizar 10 mL hubo diferencias entre métodos, con el A se cuantificó hasta 2 mg/L con CV < 5%, mientras que con el B fue a partir de 3 mg/L. Cabe mencionar que para estas corridas la curva

de calibración se preparó en el intervalo de 0.001 a 0.004 mg de nitrito de sodio y presentó una  $r^2 = 0.999$ .

La determinación de los porcentajes de recuperación en los AI se realizó con las PPV y PRV, se observó que en ambos métodos las papillas sin adicionar y las agre-

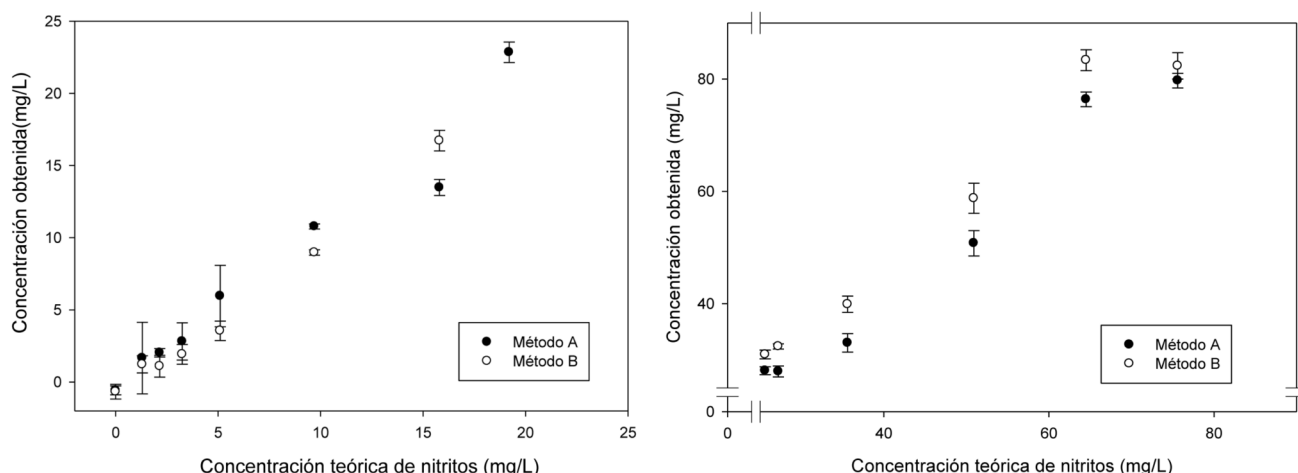


FIGURA 1  
Determinación de nitritos a soluciones con concentración conocida (0 a 75.6 mg/L)

gadas con 6 mg/kg de nitritos informaron CV>30%, no obstante, por el método A las concentraciones > 10 mg/kg presentaron CV< 5% y %R entre 80-120%; en cambio el método B tuvo este comportamiento para las concentraciones ≥ 12 mg/kg.

La precisión se realizó con el JV, los resultados para el método A indicaron que 8.94 mg/kg es la diferencia máxima aceptable (DMA) entre las repeticiones del mismo día y una DMA de 9.32 mg/kg entre repeticiones de diferentes días. Para el método B se estimó

una DMA de 8.56 mg/kg entre repeticiones del mismo día y una DMA de 10.13 mg/kg entre repeticiones de diferentes días; lo anterior para una concentración de 71.18±1.53 mg/kg en el método A y de 73.15±1.61 mg/kg en el método B.

**Caracterización de los alimentos infantiles.**

La caracterización se detalla en la TABLA 2; se observa que los AI presentaron de 30 a 40% más de HC, 12% más de humedad, 80% menos cenizas y de 50 a 60% menos proteína y EE, que la MT. Por lo que, la diferencia se ubicó en los componentes relacionados a los HC; pero en el JV, una prueba de lugol confirmó la presencia de HC complejos como almidón y dextrinas, no obstante en el jamón tipo York resultó negativa.

TABLA 2  
Composición química de las papillas infantiles

Químico Proximal	PRV <sup>†</sup>	PPV <sup>**</sup>	PJV <sup>††</sup>	Jamón tipo Virginia <sup>  </sup>	Jamón tipo York <sup>  </sup>
				g/ 100g	
Humedad	84.6	84.7	85.4	76.0	75.2
Cenizas	0.5	0.7	0.7	3.6	3.1
Extracto etéreo	1.4	1.6	1.9	3.0	2.5
Proteína (N x 6.25)	5.7	4.9	5.5	12.3	17.7
Fibra Cruda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HC*	7.8	8.1	6.5	5.0	1.5
FD <sup>‡</sup> soluble	0.0	0.73	0.0	-	-
FD <sup>‡</sup> insoluble	3.4	1.39	2.5	-	-

\*Hidratos de Carbono; ‡Fibra Dietaria; †Papilla de res con vegetales  
\*\* Papilla de pollo con vegetales; ††Papilla de jamón con vegetales; || Fuente (26).

**DISCUSIÓN.**

Se realizaron la determinación de las condiciones de temperatura de extracción y porosidad del papel porque no se describen sus características en los métodos de la normatividad mexicana; únicamente se menciona que el papel debe ser libre de nitritos; sin embargo, en los métodos consultados en bibliografía la temperatura de extracción varía entre 20°C a 93°C, temperatura aproximada de ebullición del agua en la Ciudad de México, con tiempos de proceso de extracción de 5 h a las temperaturas bajas y minutos para las altas, dependiendo de la modificación al método (1,7,17).

Por los resultados de nitritos obtenidos en

las materias primas y productos intermedios la diferencia entre métodos se pueden atribuir a los HC; así los AI informaron una concentración menor a 7 mg/kg por el método A y menores a 1mg/kg por el método B, las concentraciones mayores se debieron a la PJV; no obstante los tratamientos físicos la disminuyeron, a una concentración menor de 4.5 mg/kg por el método A y menor a 2 mg/kg por el método B pero en ambos casos se obtuvieron concentraciones con gran variación. La concentración para este tipo de productos alimenticios hasta ahora informada se encuentra en 0.05 mg/kg (18).

La turbidez de los extractos obtenidos con el método A se debió al almidón modificado, se ha informado que presenta opacidad en solución en todo el espectro visible, 400 a 700 nm, con porcentos de transmitancia (%T) a 650 nm entre 5.20 a 20.9 porque depende de las modificaciones y sustituciones realizadas al almidón de maíz waxy (19-21), debido al principio óptico de la espectrofotometría es primordial que no exista turbidez porque interfiere con las lecturas (22); el almidón modificado empleado en estos AI informa el menor %T (21), además con esta metodología únicamente se desnaturalizan las proteínas, por el contrario con el método B se obtuvieron extractos claros lo que se atribuye a la adición de NaOH, el cual modifica el pH del medio y ocasiona que las proteínas pierdan su capacidad de asociación con los HC; también, se ha informado que provoca ligera ionización del almidón y debido a las fuerzas electrostáticas de los grupos hidroxilo, aniónicos, se evita la asociación de las cadenas del almidón por repulsión (19).

Por otro lado, debido a los resultados en la determinación de la sensibilidad no sería recomendable la aplicación de estas metodologías para evaluar productos que se sospecha contienen concentraciones más bajas al LoQ, pues estas concentraciones presentarían una variación importante. Una estrategia para cuantificarlas es incrementar la cantidad de muestra, pero es viable para muestras que presentan extractos claros, en concordancia en métodos espectrofotométricos para verduras se emplean 25g de muestra diluida a 200mL para concentraciones altas y 20g diluidos a 50mL para bajas, con lo cual la CMD fue de 0.2 mg/kg (23), esta posibilidad se descartó para el método A. No obstante con el método B al incrementarse el tamaño de muestra se detectaron concentraciones por debajo de la CMD, pero coincidentemente presentaron gran variación.

La precisión de los métodos se comprobó a la con-

centración informada por la MT; sin embargo, a las concentraciones que presentaron los AI no fue posible estimarla porque estuvieron por debajo del LoQ y CMD.

De la recuperación de los métodos, con los AI, los porcentajes fueron aceptables y de acuerdo a los estándares, es decir, entre 80 a 120%; sin embargo para concentraciones menores a 10 mg/kg los resultados presentaron este mismo comportamiento, no obstante el CV se incrementó; además, a manera general, se encontraron diferencias en las concentraciones informadas por cada método, por el método B fueron más cercanas a la concentración teórica, situación contraria en el método A lo que se puede atribuir a la persistente opacidad de los extractos. En últimas investigaciones, se ha corroborado y determinado que la presencia de ácido ascórbico interfiere en la reacción del compuesto azo, lo que puede resultar en una menor detección de nitritos (24). Además un pH ácido, menor a 5, afecta la estabilidad del nitrito, mientras que un pH básico y alrededor de 8.86 sólo se extrae el 68% del nitrito presente en la muestra, por lo que se ha sugerido un ajuste de pH entre 6 a 8 pero puede ocasionar la precipitación de las proteínas, lo que restringe la matriz alimenticia a analizar, (25).

Los resultados de la presente investigación fueron decisivos en la modificación de la NOM-122-SSA1-1994 (5), misma que fue derogada y sustituida por la norma oficial mexicana NOM-213-SSA1-2002, en esta última se hace referencia a la implantación de controles de análisis para asegurar la calidad de las determinaciones; así como también se cambió la sal diazo: alfa-naftilamina (NAFTILAMINA 1) por N-1-naftiletildiamina (NED), ya que representa menor riesgo para la salud del analista.

Sin embargo los AI o sus materias primas no son regulados aún en México, en cuanto al contenido de nitratos o nitritos; en la Unión Europea, para regular el contenido de nitratos y nitritos en alimentos procesados y no procesados, se han emitido dos leyes, Reglamento 194/97 y la Directiva 95/2/EC y la FDA dentro del Código de Regulación Alimentaria, estableció un máximo de 200 mg de nitrito/kg de alimento, como agente conservador, pero en la etiqueta debe portar la leyenda "No debe ingerirse por infantes" ya que para esta población se recomienda una ingestión no mayor a los 10 mg/ kg.

La Ingestión Diaria Aceptable (IDA) de nitratos,

informada por el comité conjunto de la FAO/OMS 2002, es de 0 a 3.7 mg/kg peso corporal. Puesto que la toxicidad de los nitratos proviene de su conversión en nitritos, deberá tenerse en cuenta también la IDA de nitritos que se estableció de 0 a 0.07 mg/kg de peso corporal.

## CONCLUSIÓN

Los métodos para la determinación de nitritos de la normatividad mexicana son aplicables para productos alimenticios que contengan concentraciones de nitritos > 9.5 mg/kg, para tales concentraciones las metodologías estudiadas informan CV menores a 5% lo cual es deseable. En estos métodos la principal causa de obtención de falsos positivos por el método A es la turbidez, por lo que es importante considerar que para productos que contengan almidones modificados es recomendable aplicar el método B, con el que se logra la clarificación. Es importante hacer énfasis que estas metodologías no son aplicables para los AI cárnicos con vegetales, además se deberá evitar utilizar nombres de productos cárnicos curados para nombrar productos alimenticios que no los contienen y por último se sugiere que se modifique la NOM-213-SSA1-2002 para que se informe los LoQ de los métodos, con lo que se evitara se analicen alimentos con una concentración > 9.5 mg/kg.

## REFERENCIAS.

1. Binstok G., Campos C., Gerschenson L. Determination of Nitrites in Meat Systems: An Improved Procedure. *Meat Sci.* 1996; 42:4, 401-405.
2. Walters C. Nitrate and nitrites in foods. In *Nitrates and Nitrites in Food and Water*, Ed. M.Hill, pp. 93-107. Ellis Harwood, New York, 1991.
3. Santamarina P. Review Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci. Food Agric.* 2006; 86:10-17.
4. Chung J.C., Chou S.S., Hwang D.F. Changes in Nitrate and Nitrite Content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Addit. Contam.*, 2004; 21(4): 317-322.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Productos de la Carne. Productos cárnicos curados y cocidos, curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.
6. Sanchez-Echainz, J., Benito-Fernández, J. and Minte-guiRaso, S. Methemoglobinemia and consumption of vegetables in infants. *Pediatrics*, 2001; 107: 1024-1028.
7. Sen P.N and Baddoo P.A. Trends in the levels of residual nitrite in Canadian cured meat products over the past 25 years. *J Agric. Food Chem.* 1997; 46:4714-4718.
8. Gapper, L.W., Fong, B.Y., Otter, D.E., Indyk, H.E., Woollard, D.C. Determination of nitrite and nitrate in dairy products by ion exchange LC with spectrophotometric detection. *Int. Dairy J.*, 2004; 14, 881-887.
9. Jastrzebska, A. Application of capillary isotachophoretic method to the determination of nitrate and nitrite ions in meat products. *J. Anal. Chem.*, 2010; 65(11): 1170-1175.
10. Métodos analíticos adecuados a su propósito, Guía de Laboratorio para la Validación de Métodos y Temas Relacionados desarrollada por Eurachem, CENAM 2005. Publicación técnica CNM-MRD-PT-030. Los Cués, Qro., México, Noviembre, Disponible en: <http://www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas/descarga/default.aspx?arch=/Eurachem-Guia-Validacion-CNM-MRD-030-2da-Ed.pdf>.
11. Norma Mexicana. NMX-F-615-NORMEX-2004, Alimentos-Determinación de extracto etéreo (Método de Soxhlet) en alimentos – Métodos de prueba.
12. Norma Mexicana. NMX-F-607-NORMEX-2002, Alimentos-Determinación de cenizas en alimentos – Métodos de prueba.
13. Norma Oficial Mexicana. NOM-116-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena ó gasa.
14. Norma Mexicana. NMX-F-608-NORMEX-2002, Alimentos-Determinación de proteínas en alimentos – Métodos de prueba.
15. Norma Mexicana. NMX-F-613-NORMEX-2003, Alimentos-Determinación de fibra cruda en alimentos – Métodos de prueba.
16. Norma Mexicana. NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimientales
17. Rincón, F., Martínez, B., & Delgado, J. M. Detection of factors influencing nitrite determination in meat. *Meat Sci.*, 2003; 65:1421-1427.
18. Hardisson A., González A., Frias I. and Reguera J. The evaluation of the content of nitrates and nitrites in food products for infants. *J. Food Comp. Anal.*, 1996; 9:13-17.
19. Criag S.A., Maningat C.C., Sieb P.A. and Honesey R.C. Starch Paste Clarity. *Cereal Chem.*, 1989; 66(3):

- 173-189.
20. Reddy I. and Seib P.A. Modified Waxy Wheat Starch Compared to Modified Waxy Corn Starch, *J. Cereal Sci.*, 2000; 31:25-29.
  21. Wattanachant S., Muhammad S.K.S., Mat Hashim D. and Rahman R.A. Characterization of hidroxypropylated crosslinked sago starch as compared to commercial modified starches, *Songklanakarín J. Sci. Technol.*, 2002; 24(3):439-450.
  22. Pérez-Olmos, Yoldi I., Ruíz P. and Merino J.M. Potentiometric Determination of Nitrite in Meat Products Using a Nitrite Selective Electrode. *Anal. Sci.*, 1998; October. 14:1001-1003.
  23. Usher C.D. and Telling G. M. Analysis of Nitrate and Nitrite in Foodstuffs: A Critical Review. *J. Sci. Food Agric.*, 1975; 26, 11:1793-1805.
  24. Rincón F., Martínez B. & Delgado J.M. Detection of factors influencing nitrite determination in meat. *Meat Sci.*, 2003: 65:1421-1427.
  25. Rincón, F., Martínez, B., Pérez-Olmos R. & Berzosa A. The roles of pH extraction and colloidal protein solubility in the optimization of spectrophotometric nitrite determination in meat products via response surface methodology. *MeatSci.*, 2008; 80:744-752.
  26. Morales et al., *Tablas de composición de alimentos mexicanos*. México, Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos/Dirección de Nutrición/ Instituto Nacional de Ciencias y Nutrición Salvador Zubirán, 2000.

Recibido: 27-04-2012

Aceptado: 11-10-2012

## Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela

*Jhoana Colina, Marisa Guerra, Doralys Guilarte, Carlos Alvarado*

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

Departamento de Producción e Industria Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias,

Universidad Central de Venezuela. Venezuela.

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante en bebidas elaboradas con panela (edulcorante natural obtenido de la concentración del jugo de caña), a fin de evaluar su potencial como fuentes de antioxidantes. En bebidas elaboradas con tres marcas de panela (A, B y C) sabor a limón, mandarina y durazno, se determinó el contenido de polifenoles totales utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu y la capacidad antioxidante por tres métodos: Eficiencia antirradical DPPH, poder reductor férrico (FRP) y capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). El contenido de polifenoles varió de 0,76 a 1,26 g EAG/mL y 0,73 a 1,32 g EAT/mL, observando un mayor contenido para la bebida sabor a limón seguido por mandarina y durazno. Las bebidas tienen una Eficiencia Antirradical (EA) baja y los compuestos antioxidantes presentes muestran una cinética lenta. El poder reductor férrico fue de 8,28 a 10,41 mmol Fe<sup>2+</sup>/L. Los valores de ORAC variaron desde 1.536 hasta 5.220 µmol ET/100mL, siendo las elaboradas con la marca B la de mayor ORAC, seguida por la marca A y C. La interacción marca-sabor afecta de forma significativa el contenido de polifenoles totales y la EA, además el procesamiento térmico afecta significativamente la EA ( $p < 0,05$ ). Los valores de polifenoles encontrados y la capacidad antioxidante mostrada por las bebidas elaboradas con panela indican que son productos potencialmente con capacidad antioxidante.

**Palabras clave:** Panela, antioxidantes, polifenoles, bebida.

**SUMMARY. Polyphenols content and antioxidant capacity in beverages made with panela.** The objective of this work was to determine the total polyphenols content and antioxidant capacity in beverages made with panela (a natural sweetener obtained after drying the unrefined whole sugarcane juice) in order to assess their potential as sources of antioxidants. In beverages made with three panela brands (A, B and C) with lemon, tangerine and peach flavors, the total polyphenols content was determined using the Folin-Ciocalteu's reactive and antioxidant capacity was determined by three methods: antiradical efficiency DPPH, ferric reducing power (FRP) and oxygen radical absorbance capacity (ORAC). The total polyphenols content ranged from 0.76 to 1.26 EAG g/mL and 0.73 to 1.32 EAT g/mL. The lemon flavored beverage showed the highest total polyphenols content followed by tangerine and peach flavored beverages. The three beverages had a low antiradical efficiency (AE) and the antioxidant compounds present in the beverages showed a slow kinetic. The ferric reducing power ranged from 8.28 to 10.41 mmol Fe<sup>2+</sup>/L. The ORAC values ranged from 1,536 to 5.220 µmol ET/100mL. The brand B showed the highest ORAC, followed by brands A and C. The brand-flavor interaction significantly affects the total polyphenols content and the EA, thermal processing also significantly affect the AE ( $p < 0.05$ ). The values of polyphenols and antioxidant capacity found in the beverages made with panela indicate that they are products potentially with antioxidant capacity.

**Key words:** Panela, antioxidants, polyphenols, beverages.

### INTRODUCCIÓN

La panela es un edulcorante natural obtenido por concentración y secado del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), consumida en las diversas regiones productoras del mundo. Actualmente debido a su obtención artesanal, ha sido prácticamente desplazada por la azúcar refinada industrial. En la India y Pakistán, se le conoce como “gur” y “jaggery”, “ko-kuto” en Japón, “rapadura” en Brasil, “chancaca” en Chile, Bolivia, Perú y Argentina; “panela” en Colom-

bia, Ecuador, Guatemala y otros países de Centroamérica, “piloncillo” en México, y “panela” o “papelón” en Venezuela. Según el *Codex Alimentarius*, la panela es el producto de cualquier forma o presentación proveniente de la evaporación del jugo de caña de azúcar, sin centrifugar.

La panela es un ingrediente importante en la gastronomía de Mesoamérica, Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador, se utiliza para la elaboración del melado o miel de panela (una especie de caramelo), que es base de muchos postres y dulces tradicionales, también se

utiliza para la elaboración de bebidas. Una de ellas es la bebida tradicional de Colombia, Venezuela y Ecuador, llamada Aguapanela, o "Papelón con Limón" o Aguadulce, que se prepara dejando disolver un bloque de panela en agua hirviendo, al que luego se le agrega limón, para su posterior consumo ya sea en frío o caliente. Otra bebida que se hace a partir de la panela es el guarapo, que es producto de la fermentación alcohólica del agua de panela (1).

La panela se caracteriza por su alta concentración de azúcares, contenido de minerales y trazas de vitaminas (2), sin embargo, la altura sobre el nivel del mar del sitio donde se cultiva la caña con que se elabora la panela puede tener efecto sobre la calidad del producto (3). Además, contiene un alto contenido de polifenoles, con propiedades antioxidantes potencialmente importantes (4,5).

Los polifenoles son importantes por sus propiedades biológicas, sus efectos antioxidantes, y su posible función en la prevención de enfermedades crónicas degenerativas que involucran el estrés oxidativo, así como también su efecto protector contra la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) (6). Este beneficio a la salud ha originado muchas investigaciones con el fin de identificar los alimentos que los contienen, para así promover su consumo.

En diversos estudios se ha evaluado el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante del jugo de caña, *in vitro e in vivo*, en modelos celulares y animales. Así se encontró que protege eficientemente el ADN y aumenta la supervivencia de cultivos celulares sometidos a radiación (7). También se demostró que previene las lesiones de engrosamiento de la íntima aórtica por efecto de los lípidos, en codornices japonesas (8). Así mismo, en comparación con el azúcar morena y azúcar blanca refinada, la panela mostró la más alta protección contra la oxidación del ADN, seguida por el azúcar morena y el azúcar blanco refinado (9).

En Venezuela, es habitual el consumo de agua panela con sabor a limón como bebida refrescante preparada en el hogar. Con el objeto de diversificar el uso de la panela y ofrecer productos saludables a la población, se ha industrializado y comercializado una bebida elaborada con panela, con sabores a limón, mandarina y durazno. El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de bebidas industrializadas y elaboradas con diferentes marcas de panela, a fin de

evaluar su potencial como fuentes de antioxidantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

Se analizaron bebidas comerciales de tres sabores: limón, mandarina y durazno, elaboradas con tres marcas de panela producidas con caña de azúcar. La panela B y C fue producida de caña cultivada en la región andina (Estado Táchira, Venezuela) y la A proviene de caña cultivada en zona baja de la región central (Estado Lara, Venezuela). Las bebidas fueron elaboradas con agua donde se disolvió la panela hasta obtener un contenido de sólidos solubles entre 10 y 14 °Brix. Posteriormente, se sometieron a un proceso térmico (85 °C por 15 min) antes de añadir el saborizante natural en una cantidad fijada y se envasaron en botellas de vidrio de 330 mL. Se enfriaron en un túnel hasta alcanzar 30 °C. Con el objeto de evaluar el efecto de este procesamiento térmico sobre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante, se analizó la bebida sin saborizante elaborada con las tres marcas de panela, sin y con procesamiento térmico.

### Contenido de polifenoles

Se determinaron los polifenoles totales con el reactivo de Folin-Ciocalteu (10) usando una curva patrón de ácido gálico y tánico (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania) en un rango de concentración de 0,05 – 0,60 mg/mL. A una alícuota de 100 µL de muestra y solución estándar, se agregaron 5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (10%) (Merck, Darmstadt, Alemania), se dejó reposar por 8 min, luego se añadieron 3,5 mL de una solución de carbonato de sodio al 12%, se agitaron e incubaron en un baño termostático (Jouan, Virginia, USA) a 40 °C por 1 h. Se enfriaron a temperatura ambiente y se leyó absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro Génesis 6 (Thermo Scientific, USA). Los resultados se expresaron como equivalentes de ácido gálico y tánico en g/mL de bebida (g EAG/mL y g EAT/mL), también se expresaron en g EAG/kg de panela. El análisis se hizo por triplicado.

### Eficiencia antirradical DPPH

La capacidad antioxidante se determinó usando el método del radical DPPH\* (1,1-difenil-2-picril- hidracil), que se basa en la utilización del radical libre del (DPPH\*) en solución metanólica al 0,025g/L (11). La

reacción se realizó usando 3,9 mL de esta solución de DPPH y 0,1 mL de la muestra a diferentes concentraciones. La absorbancia se leyó a 515 nm en un espectrofotómetro Génesis 6 (Thermo Scientific, USA), a intervalos diferentes hasta que la reacción alcanzó un equilibrio. El análisis se hizo por triplicado. El porcentaje de DPPH\* remanente fue calculado como sigue:

$$\%DPPH_{REM} = [(Abs_{515} \text{ muestra}) / (Abs_{515} \text{ control})] \times 100$$

A partir del gráfico de este porcentaje versus la concentración de la muestra se obtuvo el  $EC_{50}$  definido como la cantidad de muestra (g) necesaria para disminuir en un 50% la absorbancia. El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de  $EC_{50}$  ( $TEC_{50}$ ) se calculó gráficamente. Como el  $EC_{50}$  y el  $TEC_{50}$  afectan la capacidad antirradical, se calculó la eficiencia antirradical (EA) que combina estos dos factores:

$$EA = 1 / (EC_{50} \times TEC_{50})$$

#### **Poder reductor férrico (FRP)**

La actividad antioxidante fue medida utilizando el Potencial Reductor Férrico (FRP) (12). A 50  $\mu$ L de bebida previamente desproteinizada con ácido tricloroacético 10%, se le adicionaron 100  $\mu$ L del reactivo FRP (1,5 mL de solución de  $FeCl_3$ , 1 mL de  $K_3Fe(CN)_6$  y 15 mL de tampón acetato pH 3,6), se homogeneizaron y se dejaron en reposo durante 1 h a temperatura ambiente. Se midió la absorbancia contra un blanco de agua a 720 nm en un lector de microplacas modelo ELx800 (BioTek Instruments, EEUU). El FRP se expresó como la cantidad de hierro reducido (mmol  $Fe^{+2}/L$ ), utilizando como solución patrón al  $FeSO_4$  (250 – 1.000 mmol/L). El análisis se hizo por triplicado.

#### **Capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC)**

Se determinó la capacidad antioxidante in vitro siguiendo el método ORAC (13). Como solución estándar se utilizó Trolox (ácido 6-hidroxi-2, 5, 7,8-tetrametilcromo-2-carboxílico, de Sigma–Aldrich, Steinheim, Germany), un análogo de la vitamina E soluble en agua. La reacción se llevó a cabo en 75 mM tampón fosfato (PBS) pH 7,4 y el volumen de reacción final fue de 200  $\mu$ L. Se preparó un blanco usando tampón fosfato en lugar del antioxidante y se prepararon ocho soluciones de Trolox (0,2-1,6 nmoles, con-

tenido final en mezcla de reacción). Los blancos, las soluciones estándares, las diluciones de la bebida (20  $\mu$ L) y la fluoresceína (de Sigma–Aldrich, Steinheim, Alemania; 120  $\mu$ L de 70 nM de concentración final) fueron colocadas, por triplicado, en una microplaca negra de 96 pozos fondo plano y preincubadas por 10 minutos a 37 °C. Rápidamente con una pipeta multi-canal se dosificaron, en cada pozo, 60  $\mu$ L de una solución, 12 mM de concentración final, de AAPH (2,2'-Azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro; Sigma–Aldrich, Steinheim, Alemania). Inmediatamente la microplaca fue introducida en un fluorómetro TECAN GENIOS (Tecan Trading AG, Suiza) con filtros de 485 nm excitación y 520 nm emisión, programado para registrar la fluorescencia cada minuto después de la adición del AAPH, durante 137 minutos (104 ciclos), con 10 seg de agitación antes de cada lectura por ciclo. Todas las medidas se expresaron en relación a la lectura inicial. El resultado fue calculado usando la diferencia de áreas bajo las curvas de decaimiento de la fluoresceína entre el blanco y la muestra, estos fueron expresados como micromoles equivalentes de Trolox por 100 mL ( $\mu$ mol ET/100 mL).

#### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza con el fin de determinar el efecto de la marca y el sabor sobre los polifenoles y la capacidad antioxidante ( $\alpha = 0,05$ ) y para la validez de los resultados obtenidos se procedió a verificar los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianza e independencia. La prueba *a posteriori* utilizada fue la prueba de rango múltiple de Duncan. Para determinar el efecto del procesamiento térmico sobre los polifenoles y la capacidad antioxidante de las bebidas, se realizó una t pareada con un nivel de confianza de  $\alpha = 0,05$ .

## **RESULTADOS**

El contenido de polifenoles es un buen indicativo de la actividad antioxidante de un producto, ya que un mayor contenido de polifenoles implica una mayor concentración de antioxidantes (5). En la Figura 1a y 1b se muestra el contenido de polifenoles de las bebidas de panela sabor a limón, mandarina y durazno expresados en g EAG/mL bebida y g EAT/mL bebida. Los valores obtenidos para la bebida sabor a limón variaron de 0,78-1,26 g EAG/mL y 0,75-1,32 g EAT/mL,

para el sabor a mandarina vario de 0,76-1,03 g EAG/mL y 0,73-1,01 g EAT/mL, y para el sabor a durazno se encontraron entre 0,84 – 0,96 g EAG/mL y 0,78-0,92 g EAT/mL. Se encontró diferencias significativas entre la marca ( $p=0,0019$ ), siendo A diferente a B y C, y los sabores ( $p=0,0032$ ), siendo limón diferente a mandarina y durazno, sin embargo, se obtuvo que la interacción de los factores (marca-sabor) afecta de forma significativa el contenido de polifenoles totales ( $p=0,0000$ ).

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para la capacidad antioxidante de las bebidas, expresada mediante los parámetros  $EC_{50}$  (concentración de muestra necesaria para disminuir la concentración inicial del sustrato al 50%),  $T_{EC_{50}}$  (tiempo necesario para alcanzar el estado estacionario a la  $EC_{50}$ ), Eficiencia Antirradical (EA), poder reductor férrico (FRP) y capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). Se detectaron diferencias significativas entre la  $EC_{50}$  y la EA entre las bebidas, siendo la interacción marca-sabor la que influye sobre estos parámetros ( $p=0,0000$ ).

Los valores de poder reductor férrico obtenidos para las bebidas variaron en un rango de 8,28 a 10,41 mmol  $Fe^{+2}/L$  (Tabla 1), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para la marca ( $p=0,8214$ ), el sabor (0,2563) ni la interacción de estos factores ( $p=0,0585$ ).

Para la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC), los valores variaron desde 1.536  $\pm$  564  $\mu$ mol ET/100mL, para la marca C sabor a mandarina, hasta 5.220  $\pm$  780  $\mu$ mol ET/100mL, para la marca B sabor a limón (Tabla 1). Se

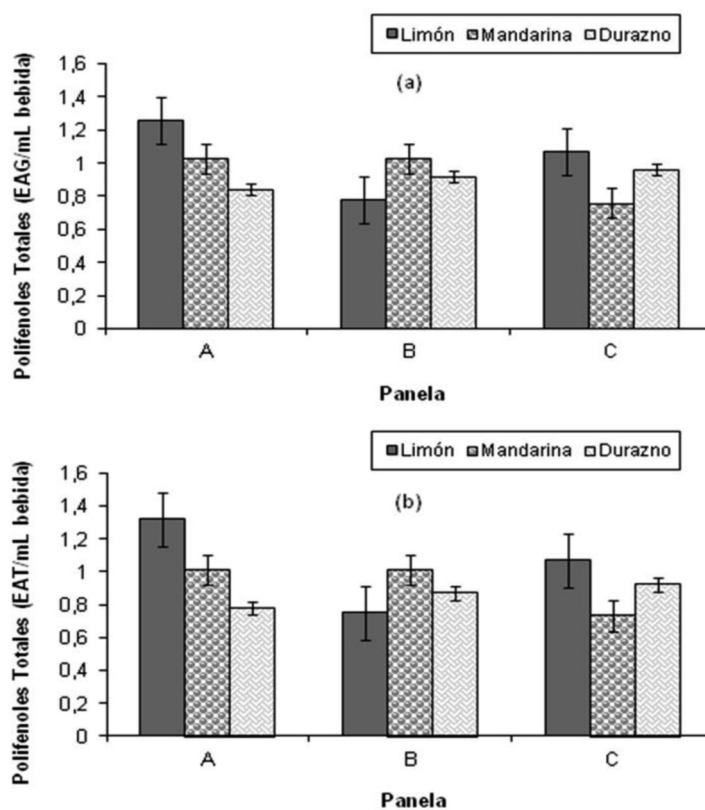


FIGURA 1

Contenido de polifenoles de las bebidas elaboradas con panela sabor a limón, mandarina y durazno, (a) expresados en g EAG/mL bebida, (b) expresados en g EAT/mL bebida.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS BEBIDAS ELABORADAS CON PANELA

Marca de panela	Sabor de la bebida	$EC_{50}$ (g/Kg DPPH)	$T_{EC_{50}}$ (min)	EA (1/ $EC_{50}$ * $T_{EC_{50}}$ )	FRP (mmoles $Fe^{+2}/L$ )	ORAC ( $\mu$ mol ET/100mL)
A	Limón	97,29 $\pm$ 1,40 <sup>a</sup>	120	8,57*10 <sup>-5a</sup>	10,30 $\pm$ 0,38 <sup>a</sup>	3.576 $\pm$ 396 <sup>ad</sup>
	Mandarina	83,46 $\pm$ 2,70 <sup>b</sup>	120	9,98*10 <sup>-5b</sup>	10,01 $\pm$ 0,61 <sup>a</sup>	4.392 $\pm$ 504 <sup>ade</sup>
	Durazno	68,21 $\pm$ 7,86 <sup>c</sup>	100	1,47*10 <sup>-5c</sup>	9,15 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	2.292 $\pm$ 300 <sup>ae</sup>
B	Limón	147,21 $\pm$ 1,35 <sup>d</sup>	70	9,70*10 <sup>-5d</sup>	10,02 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	5.220 $\pm$ 780 <sup>bf</sup>
	Mandarina	154,60 $\pm$ 4,48 <sup>e</sup>	100	6,47*10 <sup>-5e</sup>	8,28 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	2.976 $\pm$ 456 <sup>bfg</sup>
	Durazno	84,10 $\pm$ 3,43 <sup>f</sup>	120	9,91*10 <sup>-5f</sup>	10,80 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>	4.224 $\pm$ 108 <sup>bg</sup>
C	Limón	226,64 $\pm$ 22,09 <sup>g</sup>	103	4,28*10 <sup>-5g</sup>	9,93 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	1.560 $\pm$ 420 <sup>ch</sup>
	Mandarina	127,44 $\pm$ 1,71 <sup>h</sup>	76	1,03*10 <sup>-4h</sup>	9,93 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>	1.536 $\pm$ 564 <sup>chi</sup>
	Durazno	127,83 $\pm$ 11,71 <sup>i</sup>	100	7,82*10 <sup>-5i</sup>	10,41 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	2.100 $\pm$ 156 <sup>ci</sup>

$EC_{50}$  concentración extracto que atrapa el 50% de radical DPPH\*,  $T_{EC_{50}}$  tiempo necesario para alcanzar el estado de equilibrio a la concentración correspondiente a  $EC_{50}$ ; EA Eficiencia antirradical. Los resultados son promedio de un triplicado  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes en una misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ).

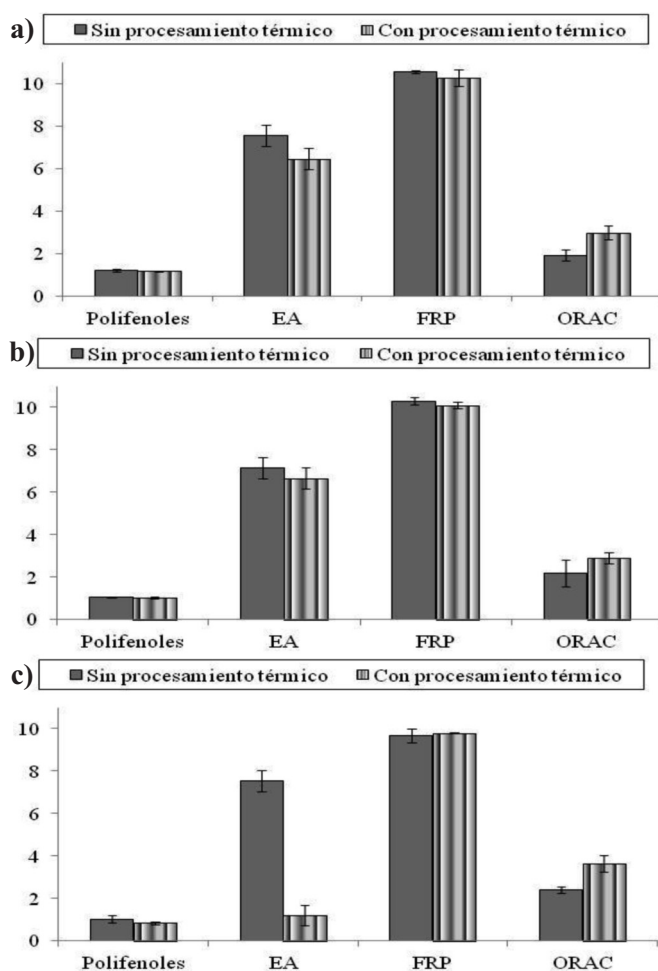


FIGURA 2

Efecto del procesamiento térmico sobre el contenido de polifenoles totales (g EAG/mL), la eficiencia antirradical (EA\*10<sup>5</sup>), el poder reductor (mmoles Fe<sup>+2</sup>/L) y la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (μmol ET/100g de panela \*10<sup>4</sup>) para la bebida elaborada con panela: a) marca A, b) marca B y c) marca C.

TABLA 2

Contenido de polifenoles de las bebidas elaboradas con panela, expresado en g EAG/kg panela

Marca de panela	Sabor de la bebida		
	Limón	Mandarina	Durazno
A	10,54±0,85 <sup>a</sup>	8,57±0,04 <sup>b</sup>	7,04±0,44 <sup>b</sup>
B	6,52±0,44 <sup>a</sup>	8,57±1,29 <sup>b</sup>	7,66±0,22 <sup>b</sup>
C	8,92±0,56 <sup>a</sup>	6,31±0,26 <sup>b</sup>	7,99±0,09 <sup>b</sup>

Los resultados son promedio de un triplicado ± desviación estándar. Letras diferentes en una misma fila denota que existen diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

observó un efecto significativo (p = 0,0002) de la interacción marca-sabor sobre este parámetro, siendo la marca B la de mayor ORAC, seguida por la marca A y finalmente la marca C.

En cuanto al efecto del procesamiento térmico (Figura 2), se observó que éste no afecta de forma significativa el contenido de polifenoles (p=0,1927), el poder reductor férrico (p=0,8109) y la ORAC (p=0,1945) en las bebidas, sin embargo, si disminuye de forma significativa la eficiencia antirradical (p=0,0032).

### DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra el contenido de polifenoles totales de las bebidas expresado en equivalentes de ácido gálico (Figura 1a), patrón utilizado por la mayoría de la literatura y en equivalente de ácido tánico (Figura 1b) para que puedan ser utilizados con fines comparativos cuando éste es utilizado como patrón, además, experimentalmente los resultados son comparables a los obtenidos con ácido gálico. La panela constituye el ingrediente principal (10-14 g/100mL) que aporta los polifenoles a la bebida, se ha reportado que ésta es fuente de polifenoles y el contenido varía de 1,97 a 5,08 g EAG/kg de panela (4, 5, 9). En un estudio previo (4) se determinó el contenido de polifenoles en las mismas marcas de panela utilizadas en esta investigación y se obtuvo que éste fue menor para la panela B (3,52 g EAG/kg) seguido por la marca C (3,88 g EAG/kg) y la A (4,58 g EAG/kg). Con fines comparativos se expresaron los resultados en g EAG/kg de panela (Tabla 2) y se observa que el menor contenido de polifenoles lo muestra la marca B, lo que coincide con el estudio previo, esto posiblemente es debido a que la panela es fabricada con caña cultivada a mayor altitud, lo que afecta la composición (3). Sin embargo, en las bebidas el contenido es mucho mayor que lo que aportan las panelas utilizadas para la elaboración de las mismas, esto se puede deber a los polifenoles presentes en los saborizantes naturales, ya que se ha reportado que el limón, la mandarina (14) y el durazno (15) tienen polifenoles en su composición.

La diferencia estadística presentada por las marcas puede deberse a la variedad de la caña de azúcar y otros factores de cultivo y procesamiento, porque las panelas son obtenidas por pequeños productores a

nivel artesanal, además, a que provienen de zonas altas y bajas del país (3, 4). En cuanto al sabor, esto probablemente se deba a la concentración de polifenoles presentes en el saborizante, ya que el de limón es jugo de limón deshidratado por lo tanto más concentrado, mientras que los saborizantes de mandarina y durazno son emulsiones, lo que pudiera hacer que los polifenoles estén en mayor cantidad en el limón que en los otros saborizantes. Sin embargo, el contenido de polifenoles totales no es proporcional en las bebidas elaboradas con las diferentes panelas y saborizantes (Figura 1), observándose un menor contenido en la bebida sabor a limón elaborada con la marca B, esto posiblemente se deba a que se ha reportado que el método de Folin-Ciocalteu no es específico para compuestos fenólicos. Muchos compuestos no fenólicos, como el ácido ascórbico y sacáridos presentes en frutas y vegetales, pueden reducir el reactivo de Folin-Ciocalteu (16). La panela contiene azúcares reductores y es buena fuente de minerales, como el calcio, hierro y magnesio, además, se ha reportado que el contenido de éstos varía dependiendo de la caña de azúcar y el procesamiento utilizado en la elaboración de la panela (2, 3, 4), por lo que estos compuestos pudieran reducir el reactivo de Folin-Ciocalteu e interferir en la cuantificación de los polifenoles.

Por otra parte, al comparar estos resultados con datos de varios alimentos considerados como buenas fuentes de antioxidantes incluidos en la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (17), se observa que la panela está en el mismo rango que en las nueces y bayas, productos no cultivados en Venezuela.

Los valores obtenidos muestran que las bebidas tienen una EA considerada como baja ( $EA \leq 1 \times 10^{-3}$ ) y los compuestos antioxidantes presentes en las bebidas muestran una cinética lenta ( $T_{EC50} > 30$  min) de acuerdo a la clasificación previa con estándares (11, 18). Se ha reportado para el jaggery (panela hindú), utilizando el método del DPPH, una  $EC_{50}$  de 7,81  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , siendo menor al del azúcar morena 59,38  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , lo que señala una mayor capacidad antioxidante (10). Otros autores reportan valores de porcentaje de inhibición del radical DPPH\* entre un 22,1 y 96 para la panela (4,5) y de 802,8 a 1.066,4  $\mu\text{mol ET}/100$  g para kokuto (panela de Japón) (19), sin embargo, estos datos no son comparables debido a la diversidad de métodos utilizados en la determinación de

la capacidad antioxidante, además algunos polifenoles muestran diferente actividad antioxidante, dependiendo del método de ensayo utilizado.

Se ha encontrado un poder reductor férrico para la panela de 0,204  $\text{mmol Fe}^{+2}/100$  g (20), expresando los resultados en esta unidad, se observa que este parámetro para las bebidas varió de 0,690 a 0,900  $\text{mmol Fe}^{+2}/100$  g, pero los tiempos de reacción fueron diferentes, 4 y 60 min respectivamente, siendo esto una de las desventajas de los métodos para la determinación de la capacidad antioxidante a la hora de hacer comparaciones con otras investigaciones. Sin embargo, se puede señalar que las bebidas podrían presentar una capacidad antioxidante intermedia, tomando como referencia la clasificación hecha por estos autores (21).

Los valores de ORAC obtenidos expresados en  $\mu\text{mol ET}/100$  g de panela (12.800 a 43.500), son comparables a los de productos derivados de la caña de azúcar, estando las melazas entre 4.440 a 11.370  $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$  y el jugo de caña concentrado con 26.400  $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$  (22), siendo los valores de las melazas inferiores a los obtenidos en esta investigación, destacando que las bebidas muestran una ORAC superior a la reportada para alimentos considerados fuentes de antioxidantes según la USDA (17).

Las propiedades antirradicales de la panela se deben principalmente a la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante como los ácidos benzoicos, ácidos cinámicos, glucósidos fenólicos, lignanos y otros componentes, como la vanilina, 3-hidroxi-1-(4-hidroxi-3,5-dimetoxifenil)-1-propanol y el ácido 4-hidroxifenilacético (5, 9). Varios autores han reportado una correlación positiva entre el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante en frutos como el túpico (23); sin embargo, en las bebidas no se observó una buena correlación con ninguno de los métodos, resultado que coincide con la bibliografía (5). El contenido de polifenoles no es el único factor influyente en la capacidad antioxidante de una muestra, ya que hay otros compuestos bioactivos presentes (péptidos, vitaminas, ácidos orgánicos, entre otros), además del efecto intrínseco de la sinergia entre los componentes del alimento (5, 18).

Por otra parte, el mecanismo de acción de los diferentes compuestos utilizados en los métodos para medir la actividad antioxidante afecta los resultados, porque se ha indicado que los polifenoles son antioxidantes que terminan la reacción en cadena en la oxi-

dación. Asimismo, que el FRP solo reporta una capacidad antioxidante total (21, 24) basada en la actividad reductora del hierro III, lo cual no necesariamente es relevante desde el punto de vista fisiológico y de mecanismo (25), debido a que todos los compuestos que sean capaces de reducir al Fe (III) forman parte de esta capacidad antioxidante. Además, en el método ORAC, cuyo mecanismo está basado en la reacción de transferencia de un átomo de hidrógeno entre un radical libre y un oxidante, como en el DPPH, los resultados reflejan actividad para atrapar radicales peróxido, por lo que no se puede decir que mide la “capacidad antioxidante total”, en vista de que las especies reactivas al oxígeno también incluyen  $O_2^-$ ,  $HO^\bullet$ ,  $ONOO^-$  y oxígeno singlete (25). También se puede adicionar a este hecho, el efecto del solvente utilizado en la preparación del extracto y el tiempo de reacción (21). Esto indica que es necesario seguir investigando acerca de un método que permita determinar esta “capacidad antioxidante total” y que sea importante desde el punto de vista fisiológico, por ende estos métodos pueden ser utilizados con fines comparativos entre metodologías donde las condiciones experimentales sean las mismas, proporcionando un acercamiento al potencial antioxidante que pueda tener el alimento.

En cuanto al procesamiento térmico no se observaron cambios en el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante medida a través del poder reductor férrico y la ORAC, solo se observó una disminución significativa en la eficiencia antirradical. Se ha señalado que un procesamiento térmico de 5 h a 98 °C no tiene efecto en la ORAC de productos derivados de la caña (22), aunque también se indica que la capacidad antioxidante de los alimentos depende de la forma como estos son consumidos, bien sea de forma natural o procesados y se ha considerado que el tratamiento térmico es la principal causa de la alteración del contenido de antioxidantes naturales presentes en alimentos (26), ya que puede ser responsable tanto del aumento como de la disminución de la acción antioxidante, dependiendo de muchos factores, tales como: la estructura química, el potencial de óxido-reducción, la localización en la matriz y las posibles interacciones con otros alimentos.

## CONCLUSIONES

En general, los valores de polifenoles obtenidos y

la capacidad antioxidante mostrada por las bebidas elaboradas con panela, indican que son productos potencialmente con capacidad antioxidantes, además el tratamiento término no afecta significativamente este potencial.

## AGRADECIMIENTOS

Innovaciones Alimentarias, C.A. (INNOVALCA) por el financiamiento de la investigación.

## REFERENCIAS

1. Restrepo C. Historia de la panela colombiana, su elaboración y propiedades. Historia de la Cocina y la Gastronomía. O.N.G. Grupo de Gastronautas. 2007 [Consultada en Agosto 2011] Disponible en: <http://www.historiacocina.com/paises/articulos/colombia/panela.htm>.
2. Hernández E, Amaya F. Referencia tecnológica para el proceso de obtención de panela de calidad. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Venezuela. 2000.
3. Mujica MV, Guerra M, Soto N. Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada. Interciencia. 2008 [Consultada en Agosto 2011]; 33 (8): 598 - 603. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S03788442008000800010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S03788442008000800010&lng=es&nrm=iso)
4. De Andrade S. Evaluación de la funcionalidad de panelas artesanales como antioxidante y fuente de minerales. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Licenciado en Química. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. 2008.
5. Payet B, Cheong Sing A, Smadja J. Assessment of Antioxidant Activity of Cane Brown Sugars by ABTS and DPPH Radical Scavenging Assays: Determination of their Polyphenolic and Volatile Constituents. J Agric Food Chem. 2005; 53: 10074 - 10079.
6. Narasimhan R, Toshihiko O, Hirotoomo O, Shun K. The contribution of plant food antioxidants to human health. Trends Food Sci Technol. 1995; 6: 75 - 82.
7. Kadam US, Ghosh SB, Strayo De, Suprasanna P, Devasagayam TPA, Bapat VA. Antioxidant activity in sugarcane juice and its protective role against radiation induced DNA damage. Food Chem. 2008; 106: 1154 - 1160.
8. Inafuku M, Toda T, Okabe T, Wada K, Takara K, Iwasaki H, et al. Effect of Kokuto, a non-centrifugal cane sugar, on the development of experimental atherosclerosis in Japanese quail and apolipoprotein E deficient

- mice. *Food Sci Technol Research*. 2007; 13 (1): 61- 66.
9. Harish Nayaka MA, Sathisha UV, Manohar MP, Chandrashekar KB, Dharmesh SM. Cytoprotective and antioxidant activity studies of jaggery sugar. *Food Chem*. 2009; 115 (1): 113 -118.
  10. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin–Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*. 1999; 299: 152 – 178.
  11. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric*. 1998; 78: 270 - 276.
  12. Bahr P, Basalto Y. El potencial reductor férrico (FRP). Un ensayo para evaluar la capacidad antioxidante en suero. *Correo Cient Med Holguín*. 2004; 8 (4).
  13. Dávalos A, Gómez-Cordovés C, Bartolomé B. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-Fluorescein) assay. *J Agric Food Chem*. 2004; 52(1): 48 - 54.
  14. Hernández M, Prieto E. Plantas que contienen polifenoles. Antioxidantes dentro del estilo de vida. *Rev Cuban Invest Biomed*. 1999; 18(1): 12 - 14.
  15. Rodrigo-García J, Álvarez-Parrilla E, de la Rosa L, Mercado G, Herrera B. Valoración de la capacidad antioxidante y actividad polifenol oxidasa en duraznos de diferentes áreas de producción. I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brazil. 2006.
  16. Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne J, Dommes J. Evaluation of spectrophotometric methods for antioxidant compound measurement in relation to total antioxidant capacity in beverages. *Food Chem*. 2010; 120: 607 – 614.
  17. United States Department of Agricultural (USDA). Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2. 2010. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=15866>. Consultada en Julio 2011.
  18. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. Free radical scavenging capacity of selected red, rosé and white wines. *J Sci Food Agric*. 1999; 79: 1301 - 1304.
  19. Okabe T, Toda T, Inafuku M, Wada K, Iwasaki H, Oku H. Antiatherosclerotic function of Kokuto, okinawan noncentrifugal cane sugar. *J Agric Food Chem*. 2009; 57: 69 – 75.
  20. Phillips MK, Carlsen MH, Blomhoff R. Total antioxidant content of alternatives to refined sugar. *J Am Diet Assoc*. 2009; 109: 64 - 71.
  21. Araya H, Clavijo C, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Arch Latinoamer Nutr*. 2006; 56 (4): 361 – 365.
  22. Saska M, Chou CC. Antioxidant properties of sugarcane extracts. Proceedings of First Biannual World Conference on Recent Developments in Sugar Technologies, Delray Beach, FL USA. 2002.
  23. Rincón A, González D, Bou Rached L, Emaldi U, Padilla F. Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en frutos de túpiro (*Solanum sessiliflorum* Dunal) provenientes del Amazonas venezolano. *Rev Fac Farm*. 2011; 74 (1): 41 – 45.
  24. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochem*. 1996; 239: 70-76.
  25. Ou B, Huang D, Hampsch-Woodill M, Flanagan JA, Deemer EK. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study. *J Agric Food Chem*. 2002; 50: 3122-3128.
  26. Kaur C, Kappor HC. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. *Int J Food Sci Technol*. 2001; 36(7): 703-25.

Recibido: 19-05-2012

Aceptado: 04-09-2012

## INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados No se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados.

### REQUISITOS PARA LA PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS VÍA ELECTRÓNICA

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.
- Revise la secuencia general: Título del manuscrito y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.
- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.
- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org)

### PORTADA

Debe contener: Título del manuscrito. Nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

### RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. Agréguese de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

### INTRODUCCIÓN

Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba. Cite las referencias estrictamente pertinentes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Identifique los métodos, los aparatos y equipos (nombre y dirección del fabricante) y los procedimientos realizados. Identifique los reactivos y productos químicos utilizados.

Describa los métodos estadísticos con detalles e indique el método y modelo estadístico.

### RESULTADOS

Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya. Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras.

### DISCUSIÓN

Breve y concisa, contrastada con observaciones realizadas en otros estudios. Proponga nuevas hipótesis cuando

haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

### **CONCLUSIONES**

Refiérase a las más relevantes y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido. No cite referencias bibliográficas en esta sección.

### **AGRADECIMIENTOS**

Mencione la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

### **TABLAS Y FIGURAS**

Numérelas consecutivamente en arábigos siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto. Cerciórese de que cada Tabla y Figura aparezca citada en el manuscrito.

### **REFERENCIAS**

En el texto numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

Las Referencias serán listadas al final del manuscrito en orden numérico, no en orden alfabético. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

### **COSTO POR PÁGINA**

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US \$ 20 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Debido a que no existe al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, solo el título **del documento que sigue: UNIFORM REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS SUBMITTED TO BIOMEDICAL JOURNALS: WRITING AND EDITING FOR BIOMEDICAL PUBLICATION**. Updated October 2008. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>