

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 62

JUNIO 2012

Nº2

Contenido

	Páginas
EDITORIAL	101
ARTICULOS GENERALES	
Iron bioavailability of different maize genotypes developed in a breeding program: <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> studies <i>Nakajima, Vânia Mayumi; Costa, Neuza Maria Brunoro; Martino, Hércia Stampini Duarte; Queiroz, Valéria Aparecida Vieira; Guimarães, Paulo Evaristo de Oliveira; Oliveira, Pedro Vitoriano</i>	103
Comparación entre variables antropométricas auto reportadas y mediciones reales. <i>J. Díaz-García, L.I. González-Zapata, A. Estrada- Restrepo</i>	112
PERSPECTIVA	
The double burden of malnutrition and its risk factors in school children in Tunja <i>Lirios Pastor Galiano, Fred Manrique Abril, Andrea Ernert, Anne-Madeleine Bau.</i>	119
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	
Nutrición Clínica	
Evaluación de diez especies de pescado para su inclusión como parte de la dieta renal, por su contenido de proteína, fósforo y ácidos grasos <i>María Isabel Castro-González, Ana Gabriela Maafs-Rodríguez, Fernando Pérez-Gil Romo</i>	127

Nutricion y Hábitos alimentarios

Factores dietéticos y su relación con el apetito en niños menores de dos años con desnutrición leve

Mariana Martínez Quijada, María Luisa Álvarez Gutiérrez. 137

Asociación del índice de masa corporal y conductas de riesgo en el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes mexicanos

Reyna Sámano, Rosa Zelonka, Hugo Martínez-Rojano, Bernarda Sánchez-Jiménez, Cristina Ramírez, Georgina Ovando..... 145

Nutrición y Salud pública

Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes chilenos con historia familiar de enfermedades crónicas no transmisibles.

Raquel Burrows A., Eduardo Atalah S., Laura Leiva B., Pamela Rojas M., María Pía de la Maza C., Fabian Vásquez V., Lydia Lera M., Erick Díaz B. 155

Estado nutricional y carencias de micronutrientes en la dieta de adolescentes escolarizados de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.

Rosa María Valdez López, Josefina Fausto Guerra, Isabel Valadez Figueroa, Alfredo Ramos Ramos, Oscar Loreto Garibay, Martha Villaseñor Fariás..... 161

Índice triglicéridos/HDL-colesterol: en una población de adolescentes sin factores de riesgo cardiovascular.

Jimena Soutelo, Mabel Graffigna, Margarita Honfi, Marta Migliano, Marcela Aranguren, Adrian Proietti, Carla Musso, Gabriela Berg.. 167

Consumo de Alimentos

Consumo de frutas e vegetais em escolares da rede pública no Sul do Brasil

Carla Ribeiro Ciochetto, Silvana Paiva Orlandi, Maria de Fátima Alves Vieira 172

Ciencia de Alimentos

Concordancia entre analistas de laboratorios de latinoamérica para la determinación de la apariencia de grano de arroz pulido mediante el uso de imágenes digitales

Manuel Avila, Eduardo Graterol, Jesús Alezones, Beisy Criollo, Dámaso Castillo, Victoria Kuri, Norman Oviedo, Cesar Moquete, Marbella Romero, Zaida Hanley, Margie Taylor 179

Tecnología de Alimentos

Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más fibra y menos calorías que los convencionales

Alma Rosa Islas-Rubio, Anabel Hernández-Zepeda, Ana María Calderón de la Barca, Martha Nydia Ballesteros-Vásquez, María del Carmen Granados-Nevárez, Francisco Vásquez-Lara..... 185

Latinfoods. Composición de Alimentos

Caracterización de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivadas en Venezuela

Zoitzá Ostojich Cuevas, Elba Sangronis 192

INFORMACION PARA LOS AUTORES 201

Archivos Latinamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 62

JUNE 2012

Nº2

Contents

	Pages
EDITORIAL	101
GENERAL ARTICLES	
Iron bioavailability of different maize genotypes developed in a breeding program: <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> studies <i>Nakajima, Vânia Mayumi; Costa, Neuza Maria Brunoro; Martino, Hércia Stampini Duarte; Queiroz, Valéria Aparecida Vieira; Guimarães, Paulo Evaristo de Oliveira; Oliveira, Pedro Vitoriano</i>	103
Comparison of self-reported anthropometric variables and real measurement data <i>J. Díaz-García, L.I. González-Zapata, A. Estrada- Restrepo</i>	112
PERSPECTIVE	
The double burden of malnutrition and its risk factors in school children in Tunja <i>Lirios Pastor Galiano, Fred Manrique Abril, Andrea Ernert, Anne-Madeleine Bau.</i>	119
RESEARCH PAPERS	
Clinical Nutrition	
Evaluation of ten fish species to be included as part of renal diet, due to their protein, phosphorus and fatty acids content. <i>María Isabel Castro-González, Ana Gabriela Maafs-Rodríguez, Fernando Pérez-Gil Romo</i>	127

Nutrition and Eating Habits

Dietary factors and their relation to appetite in children under two years with mild malnutrition

Mariana Martínez Quijada, María Luisa Álvarez Gutiérrez. 137

Association between body mass index and risk feeding behaviors to develop eating disorders in Mexican adolescents

Reyna Sámano, Rosa Zelonka, Hugo Martínez-Rojano, Bernarda Sánchez-Jiménez, Cristina Ramírez, Georgina Ovando...... 145

Nutrition and Public Health

Metabolic syndrome prevalence in Chilean children and adolescent with family history of chronic noncommunicable diseases.

Raquel Burrows A., Eduardo Atalah S., Laura Leiva B., Pamela Rojas M., María Pía de la Maza C., Fabian Vásquez V., Lydia Lera M., Erick Díaz B. 155

Nutritional state and shortcoming of micronutrients on schooled youth's diet on the metropolitan zone of Guadalajara Jalisco

Rosa María Valdez López, Josefina Fausto Guerra, Isabel Valadez Figueroa, Alfredo Ramos Ramos, Oscar Loreto Garibay, Martha Villaseñor Farías. 161

Triglicéridos/HDL- cholesterol ratio: in adolescents without cardiovascular risk factors

Jimena Soutelo, Mabel Graffigna, Margarita Honfi, Marta Migliano, Marcela Aranguren, Adrian Proietti, Carla Musso, Gabriela Berg. 167

Food Consumption

Consumption of fruits and vegetables in the public school in southern Brazil

Carla Ribeiro Ciochetto, Silvana Paiva Orlandi, Maria de Fátima Alves Vieira 172

Food Science

Concordance among analysts from Latin-American laboratories for rice grain appearance determination using a gallery of digital images

Manuel Avila, Eduardo Graterol, Jesús Alezones, Beisy Criollo, Dámaso Castillo, Victoria Kuri, Norman Oviedo, Cesar Moquete, Marbella Romero, Zaida Hanley, Margie Taylor 179

Food Technology

Formulation and elaboration of low-energy and high fiber-containing brownies

Alma Rosa Islas-Rubio, Anabel Hernández-Zepeda, Ana María Calderón de la Barca, Martha Nydia Ballesteros-Vásquez, María del Carmen Granados-Nevárez, Francisco Vásquez-Lara. 185

Latinfoods. Food Composition

Characterization of flaxseed (*Linum usitatissimum L.*) grown in Venezuela

Zoitza Ostojich Cuevas, Elba Sangronis 192

INFORMATION FOR AUTHORS 201

EDITORIAL

Entre enero y junio de 2012 Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN, recibió 115 manuscritos, es decir unos 19 manuscritos por mes. Todos los manuscritos inicialmente aceptados por el Comité Editorial para considerar su publicación, son enviados a los Árbitros de acuerdo con la especialidad tratada y al país de origen del manuscrito para luego ensamblar las observaciones recibidas y hacerlas llegar al autor. He aquí el trípode sobre el cual se apoya la puntualidad de la publicación: Autor-Editores-Árbitros. Una demora en cualquiera de ellos vulnera la puntualidad. Pero, ¿Cual es el pié más importante de un trípode? Una significativa parte de la sostenibilidad y excelencia de ALAN recae sobre el Árbitro quien debe realizar esta tarea con minuciosidad, severidad, honestidad, imparcialidad y rapidez. En este Número queremos dar a conocer los nombres de otros Árbitros que han colaborado y brindado su apoyo en la lectura y revisión de los manuscritos de su especialidad. Va nuestro agradecimiento.

Heliodoro Alemán Mateo
Mónica Andrews G.
Marianella Anzola
Miguel Arredondo O.
Marinella Barrero
Adriana Bravo
Luis Caballero
Isabel Campos
José Luis Cevallo
Marcia Costa Lobo
Nayka Díaz
Silvina R. Drago
Thanee Guédez
Marianella Herrera
Gabriela López
Livia Machado
Luis Falque Madrid
Carmen Martínez Graciá
Vannia Mayumi N.

Mario Maróstica
Josefina C. Morales Guerrero
Alba Morón de Salim
Manuel Olivares G.
Álvaro Ojeda
Milagros Polanco V.
Lorena Reverol
Marcela Reyes J.
Nilyan Rodríguez
Teresa Sanclemente
Judith Sánchez
Berta Schnettler
Mercedes Schnell
Jessica Soria
María Angélica Trak
Yuly Velazco
Claudia Vega
Jacobo Villalobos
Gerardo Weisstaub N.

José Félix Chávez Pérez
Editor General

Iron bioavailability of different maize genotypes developed in a breeding program: *in vitro* and *in vivo* studies

Nakajima, Vânia Mayumi; Costa, Neuza Maria Brunoro; Martino, Hércia Stampini Duarte; Queiroz, Valéria Aparecida Vieira; Guimarães, Paulo Evaristo de Oliveira; Oliveira, Pedro Vitoriano

Federal University of Viçosa, Viçosa – Minas Gerais, Brazil. Federal University of Espírito Santo, Alegre – Espírito Santo, Brazil. Embrapa Maize & Sorghum. Sete Lagoas – Minas Gerais, Brazil, São Paulo University, São Paulo – São Paulo, Brazil.

SUMMARY. The objective of this study was to evaluate iron bioavailability of maize genotypes, and analyze the correlation between *in vitro* and *in vivo* methods. Dialysable iron was analyzed in 13 genotypes from which 5 were selected for the biological assay. Mean iron content of the genotypes (n=13) was 17.93±2.93 mg kg⁻¹. Phytate varied from 0.77% to 1.03%; phytate: iron molar ratio from 30.64 to 55.41; and soluble iron from 13.17 to 39.63%. The highest value for dialysable iron was 19.14%. In the biological assay, the control group, that received ferrous sulphate, did not present significant difference between the genotypes for Hb gain, Hb gain per gram of iron consumed and HRE. Hb gain did not present a significant correlation with *in vitro* assay. However, there were positive correlations varying from 0.653 to 0.809. The maize genotypes evaluated presented a good bioavailability since the genotypes showed the same result in hemoglobin gain than control group.

Key words: Maize, iron bioavailability, biological assay, dialysis method

RESUMO. Biodisponibilidade de ferro de diferentes genótipos de milho desenvolvidos em programa de melhoramento genético: estudos *in vitro* e *in vivo*. O objetivo deste estudo foi avaliar a biodisponibilidade do ferro de genótipos de milho e analisar a correlação entre métodos *in vitro* e *in vivo*. Ferro dialisável foi analisado em 13 genótipos, a partir do qual 5 foram selecionados para o ensaio biológico. A média de teor de ferro dos genótipos (n= 13) foi 17,93 ± 2,93 mg kg⁻¹. O teor de fitato variou de 0,77% a 1,03%; razão molar fitato:ferro de 30,64 a 55,41; e ferro solúvel de 13,17 a 39,63%. O valor mais alto para o ferro dialisável foi 19,14%. No ensaio biológico, o grupo controle, que recebeu sulfato ferroso, não apresentou diferença significativa entre os genótipos no ganho Hb, ganho de Hb por grama de ferro consumido e HRE. Ganho de Hb não apresentou correlação significativa com o ensaio *in vitro*. No entanto, houve correlações positivas variando de 0,653 a 0,809. Os genótipos de milho avaliados apresentaram uma boa biodisponibilidade uma vez que os genótipos apresentaram o mesmo resultado quanto ao ganho de hemoglobina em relação ao grupo controle. **Palavras-chave:** Milho, biodisponibilidade de ferro, ensaio biológico, método de diálise

INTRODUCTION

According to the World Health Organization, approximately 2 billion people are anemic, accounting for 24.8% of the world population, in different social strata. Nine in ten people that are anemic live in developing countries, and around 50% of the cases can be attributed to low intake of bioavailable iron (1).

Food fortification is an alternative to reduce iron deficiency anemia, although this strategy does not accomplish satisfactory results in rural and poor areas, where access to industrialized foods is limited. Another factor that has contribu-

ted for the failure of the fortification program is the use of low bioavailable salts, or salts that interact with the food matrix. Besides, there is a lack of supervision regarding the right amount of salt that should be added into the product (2-3).

Biofortification may be another alternative to provide food with greater bioavailable iron content (4). This intervention program could reach rural populations that do not consume or consume small quantities of industrialized fortified foods. Biofortified genotypes have the potential to provide continuous benefits to developing countries, with time.

In Brazil, research and development of biofortified maize lines with high content of iron, zinc and carotenoids was started in 2004 at Embrapa Maize and Sorghum, as

part of a worldwide generation of biofortified crops called Harvest Plus. The national project is being directed to tropical regions, especially in the generation of genotypes adapted to planting in semi-arid regions, since in the Northeast of Brazil it is high the prevalence of nutritional deficiencies.

This crop was selected because it is widely consumed in poor regions of the world. The production of maize in Brazil in 2011/12 was 70 million tons, in South Africa 11,5 million tons and Mexico 19 million tons. The consumption in the three countries were 54 million tons; 10,7 million tons and 29,7 million tons, respectively. This data shows the importance of this grain worldwide.

Enhancement of food mineral content by biofortification requires the evaluation of its bioavailability. Different techniques may be applied to evaluate iron availability, including *in vitro* methods, such as dialysis, which simulates body digestion (5) and *in vivo* methods, using either animals or human beings. For the *in vivo* methodology using animal models, the hemoglobin depletion-repletion test proposed by AOAC (6) is recommended and widely used.

Mineral bioavailability evaluation is important to verify whether the biofortification program will achieve its aims. Nevertheless, the utilization of *in vivo* techniques in these programs is unfeasible due to the large number of materials to be evaluated, and to the small amount of sample available at the initial phases of the studies. Thus, as an alternative to detect the genotypes presenting promising features, the use of *in vitro* techniques, such as dialysis, is suggested, as they are less expensive and easier than the *in vivo* methods. Therefore, this study aimed to evaluate iron bioavailability of maize genotypes using *in vitro* and *in vivo* methods, and to verify whether there was any correlation between them.

MATERIALS AND METHODS

Material

Maize genotypes provided by Embrapa Maize and Sorghum Plant Breeding Program (Sete Lagoas, MG, Brazil) were used in this study. Iron bioavailability of 13 genotypes were analyzed by the *in vitro* method. For the biological assay, five genotypes were selected based on genotypes containing at least 13.86 mg kg⁻¹ of iron in order to provide diets with 12 mg kg⁻¹ of iron after the addition of the essential ingredients iron-

free mineral mix, vitamin mix, choline bitartrate and L-cystine. The maize kernels were dried in a forced ventilation oven, Adamo, model 960-PID, 65°C for 24 h and milled after cooling. The flour obtained was kept in a polyethylene bag at 4°C.

In vitro iron availability – Dialysis method *Dialysis*

The dialysis tubes (dialysis tubing, high retention steam-less cellulose tubing, average flat width 32 mm D0530-100FT, Sigma-Aldrich) were previously prepared, according to the manufacturer instructions.

Dialysable iron was analyzed in 13 different genotypes (Table 2), according to the method proposed by Miller et al (5), with some adaptations (Figure 1). The technique consisted of a simulation of the digestion and absorption that occur in the digestive system. The enzymes used were pepsin (VETEC – code 1221), pancreatin (VETEC – code 1220), and bile extract (Sigma-Aldrich – B8631).

Dialysable iron content was calculated by the difference between soluble iron (mineral content in the liquid after the digestion procedure) in 2 mL and the content of iron inside the dialysis tubing after 7 hours of dialysis. This calculation provided the amount of iron that passed through the tubing. Iron content in the supernatant and inside the dialysis tubing was analyzed using graphite furnace atomic absorption spectrometry (Simultaneous Multi-element AA Spectrometer. SIMAA 6000, Perkin Elmer).

The dialysis time was increased to 7 hours, instead of the 2 hours proposed by Miller et al. (5), due to the small content of dialysable iron in this type of food. The 2-hour dialysis did not provide sufficient amount of dialyzed iron to compare the samples. Previous and unpublished studies carried out at the IQ/USP laboratory, showed that within the period of 7 hours all dialysable iron could pass through the dialysis tubing.

Moreover, the intent of the *in vitro* method was the pre-selection of genotypes that will be used for further studies, in the development of other genotypes with increasing levels of bioavailable iron, and as well as for the selection of genotypes that will be studied in animals and subsequently in humans. So, this methodology will be used for screening the best genotypes to be studied further more. In subsequent studies, genotypes with high content of bioavailable iron will be developed, and possibly the normal protocol of two

hours could be applied. However, these are just initial studies for the development of maize with higher content of iron in Embrapa, that is the reason of such small differences between the genotypes.

Iron analysis

Iron analysis was performed with a graphite furnace atomic absorption spectrometry (Simultaneous Multielement AA Spectrometer. SIMAA 6000, Perkin Elmer), which allows quantification of small amounts of the mineral (ppb). The samples were prepared using a microwave oven (Microwave Sample Preparation System, Multiwave 3000, Anton Paar).

Phytate analysis

The phytate content in the maize sample was quantified using the method proposed by Haug and Lantzsch (7), based on a colorimetric determination of phytate phosphorus. Phytate:iron molar ratio was calculated, according to the formula below:

$$\text{Phytate:iron molar ratio} = \frac{[\text{Phytate (g)/659.91}]}{[\text{Iron (g)/55.8}]}$$

The values 659.91 and 55.8 correspond to phytate molecular weight and iron atomic weight, respectively.

In vivo iron bioavailability – Biological assay

The study was approved by the Animal Experimentation Ethics Committee of the Federal University of Minas Gerais (CETEA/UFMG) (Protocol no. 112/2009).

Chemical composition

The chemical composition was determined in all 5 maize samples used in the biological assay. The following composition characteristics were determined: moisture (8), ash (6), total protein (6), total lipids (8), carbohydrate (6), and total and insoluble dietary fiber, using an enzymatic-gravimetric method (6). Soluble fiber was calculated by subtracting insoluble fiber value from total fiber value. These data were used to establish the quantity of albumin, dextrinized cornstarch, sucrose, soybean oil, cellulose fiber, and cornstarch to be added to the diet, in order to provide an isocaloric diet with the same content of macronutrients.

Maize genotypes and diets iron content were determined by flame atomic absorption spectrometry, spectrometer GBC 908 AA, after digestion of the samples with concentrated nitric acid in a digestion block at 150°C for 16 hours (6).

All glassware used were washed, rinsed with distilled water, soaked in 10% nitric acid over-

night, and rinsed with deionized water.

Diet preparation

The diets were prepared according to AIN-93G (9). Albumin was used as a protein source instead of casein, because of its lower content of contaminant iron, 3.75 mg kg⁻¹, compared to that of the latter, 10.9 mg kg⁻¹. Diets composition are presented in Table 1

Biological assay

Weaning Wistar male rats (n = 48), aged 21 days, provided by the Central Animal Breeding Program of the Federal University of Viçosa, MG-Brazil, were used in this study. Their initial mean body weight was 57.91 ± 2.37 g, and they were housed in individual stainless steel cages in an environmentally controlled room, with 12 hour light/dark cycle at 21 ± 1°C. Body weight gain and food intake were monitored weekly in both phases, and they were used to calculate the Feed Efficiency Ratio (FER = [weight gain (g)/feed intake (g)] x 100).

a) Depletion phase

The animals were fed a modified AIN-93G diet (9) containing iron-free mineral mix and deionized water *ad libitum* for 21 days to induce anemia. At the end of this phase, hemoglobin was determined, and the animals were divided into 6 groups of 8 each, taking into account the level of hemoglobin of each animal, so the mean hemoglobin between groups would be close.

b) Repletion phase

At this second stage, iron sources were the different maize genotypes for the five test groups, and one group received ferrous sulfate (control group). The maize genotypes used in each group were: Caimbé, 1F5924, 2E5305, 3E4824 and 2E4794. The diets were calculated to contain 12 mg of iron kg⁻¹. The animals received deionized water *ad libitum*, and an average of 14 g of diet daily, during 14 days. At the end, another hemoglobin measurement was carried out.

Hemoglobin analysis

Blood was collected by tail incision. Hemoglobin was measured using the cyanmethemoglobin method, according to AOAC (6). Absorbance was measured at 540 nm in a UV-Visible spectrophotometer (SHIMADZU UV-1601). Hemoglobin gain and Hemoglobin Repletion Efficiency (HRE) were calculated. HRE was calculated according to the formula:

$$\text{HRE (\%)} = [100 \times (\text{mg Fe final Hb} - \text{mg Fe initial Hb}) / \text{Fe intake}]$$

TABLE 1
Experimental diets composition

Ingredients (brand/provider)	Depletion phase AIN 93G modified	Repletion phase					
		Ferrous sulfate (Control)	Caimbé	1F5924	2E5305	3E4824	2E4794
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
Albumin (Nutryclin Alimentos®)	20.0	13.9	4.9	3.8	4.3	5.5	3.2
Dextrinized cornstarch (Nutryclin Alimentos®)	13.2	13.2	2.3	0.35	2.5	12.3	4.85
Saccharose (Açúcar União®)	10.0	10.0	1.75	0.3	1.85	9.35	3.7
Soybean oil (ABC)	7.0	7.0	3.9	3.9	3.8	4.8	3.6
Fiber (Synth)	5.0	11.7	2.6	0	1.6	2.1	2.2
Mineral mix without iron ^a	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix (Rhooster®)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L-Cystine (Rhooster®)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate (Rhooster®)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cornstarch (Pink Alimentos)	39.25	39.15	-	-	-	-	-
Fe ₂ SO ₄ (Vetec) (mg)	-	5.96	-	-	-	-	-
Maize ^b	-	-	79.5	86.6	80.9	60.9	77.4

^a Prepared at the Experimental Nutrition Laboratory-UFV-MG-Brazil.

^b Each diet was composed of a different maize genotype.

TABLE 2
Mean values of total, soluble and dialysable iron phytate and phytate molar ratio of the maize genotypes.

Sample	Iron (mg kg ⁻¹)	Soluble Fe (µg g ⁻¹ maize)	Soluble Fe (%)	Dialysable Fe (µg g ⁻¹ maize)	Dialysable Fe (%)	Phytate (g 100g ⁻¹)	Phytate:iron molar ratio
1F5924 ^a	23.57	5.80	24.63	2.51	10.67	0.8542	30.64
Caimbé ^b	21.79	2.87	13.17	1.16	5.31	0.8031	31.16
1S1567 ^a	16.41	4.79	29.21	2.26	13.79	0.6869	35.39
3F6245 ^a	17.95	3.91	21.79	1.54	8.60	0.7734	36.43
1F5624 ^a	18.36	4.72	25.72	1.68	9.14	0.8100	37.30
2E5305 ^a	19.88	3.28	16.51	1.24	6.23	0.8906	37.88
3E4744 ^a	17.24	4.37	25.32	2.03	11.76	0.7726	37.89
1F6265 ^a	16.31	3.87	23.76	1.97	12.08	0.7849	40.69
Al Piratininga ^b	18.10	5.11	28.20	2.26	12.49	0.9112	42.57
2E4794 ^a	18.99	5.27	27.72	2.28	12.00	10.252	45.65
3E4824 ^a	17.65	2.71	15.38	0.66	3.71	0.9703	46.48
3E5335 ^a	15.07	5.97	39.63	2.88	19.14	0.9329	52.34
DKB390 ^a	11.79	3.86	32.70	1.49	12.66	0.7726	55.41
Mean±SD	17.93±2.93	4.35±1.05	24.90±7.22	1.84±0.62	10.58±4.05	0.85±0.10	40.76±7.52

^a Hybrid

^b Variety

TABLE 3
Chemical composition of maize genotypes used in the biological assay, in a dry weight basis (g 100g⁻¹).

Sample	Moisture	Ash	Carbohydrate	Protein	Lipid	Total fiber	Insoluble fiber	Soluble fiber	Iron (mg kg ⁻¹)	Phytate	Phytate: iron molar ratio
Caimbé	7.30	1.61	65.95	9.77	3.94	13.30	12.36	0.94	15.09	0.8031	45.00
1F5924	6.20	1.69	64.98	10.06	3.56	13.51	12.85	0.66	13.86	0.8542	52.11
2E5305	6.41	1.53	64.48	10.20	4.00	12.52	11.28	1.24	14.84	0.8906	50.75
3E4824	6.14	1.58	60.98	11.88	3.67	15.78	13.02	2.76	19.69	0.9703	41.67
2E4794	6.03	1.65	61.91	12.18	4.33	13.90	12.54	1.36	15.51	10.252	55.89

TABLE 4
Iron content in the diet, iron intake, hemoglobin gain (HbG), HbG per gram of iron intake, HRE and RBV of HRE in repletion phase.

Groups	Iron content in the diet (mg kg ⁻¹)	Fe intake (mg)	HbG (g/dL)	HbG per mg of Fe intake (g/dL per mg)	HRE (%)	RBV of HRE
Ferrous sulfate (Control)	18.09	3.68	3.07	0.83	40.81	-
Caimbé	18.99 ^a	4.14 ^{*a}	3.97	0.97	48.18	1.18
1F5924	17.04 ^{*ab}	3.69 ^b	4.01	1.09	55.99 [*]	1.37
2E5305	14.52 ^{*cd}	3.01 ^{*d}	3.49	1.17	59.26 [*]	1.45
3E4824	13.05 ^{*d}	2.71 ^{*e}	3.24	1.19	60.70 [*]	1.49
2E4794	15.55 ^{*bc}	3.33 ^{*c}	4.23	1.27	60.70 [*]	1.49

Means followed by asterisk differed from the control group by the Dunnett test (p<0.05).

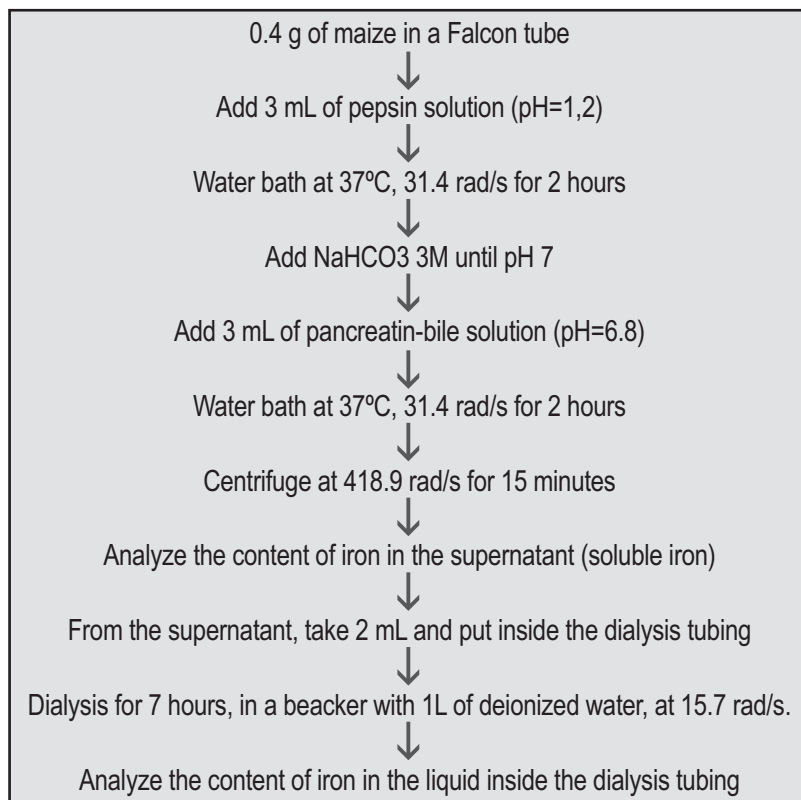
Means followed by different letters in the same column are statistically different by the Tukey test (p<0.05).

HRE: Hemoglobin Repletion Efficiency RBV of HRE: Relative Biological Value of Hemoglobin Repletion Efficiency

TABLE 5
Correlation estimates between hemoglobin gain and *in vitro* assay results.

	Hemoglobin gain (p-value)
Soluble Fe (µg/g)	0.713 (p=0.176)
Soluble Fe (%)	0.653 (p=0.232)
Dialysable Fe (µg/g)	0.809 (p=0.097)
Dialysable Fe (%)	0.787 (p=0.114)

FIGURE 1 Flowchart for soluble and dialysable iron analysis, adapted from Miller et al. (5)



Considering:

$$\begin{aligned} \text{mg Fe initial Hb} &= [\text{initial weight (g)} \times \text{initial Hb (g/dL)} \times 6.7 \times 0.335] / 1000 \\ \text{mg Fe final Hb} &= [\text{final weight (g)} \times \text{final Hb (g/dL)} \times 6.7 \times 0.335] / 1000 \end{aligned}$$

This formula considers that blood volume is 6.7% of the animal body weight, and iron content in hemoglobin is 0.335 (10). Iron intake was calculated considering the total diet consumed and iron content of the diet determined for each animal, according to the formula:

$$\text{Fe intake} = \frac{\text{Total diet intake in phase 2} \times \text{Iron content in the diet (mg kg}^{-1}\text{)}}{1000}$$

Relative biological value of HRE was also calculated, dividing HRE values of the test group by the value of the group that received ferrous sulfate as iron source (RBV of HRE).

Statistical analysis

The data followed a normal distribution. Analysis of variance (ANOVA) and the Dunnett test post hoc were performed to compare the test groups with the control group; and the Tukey test post hoc to compare the test groups, at $p < 0.05$. The Pearson correlation test was used to verify the correlation between phytate content and iron availability/bioavailability parameters; hemoglobin gain and HRE; and the relationship between data of biological and *in vitro* assays, at $p < 0.05$. Statistical analyses were carried out using the SigmaPlot software, version 11.0.

RESULTS

In vitro availability -Soluble and dialysable iron

Total, soluble, and dialyzable iron content and phytate and phytate:iron molar ratio are shown in Table 2. Approximately 42% of soluble iron was dialyzed in all genotypes, except for 3E4824, whose value was 24%.

Phytate and phytate: iron molar ratio did not correlate with any value obtained in the *in vitro* assay, except for $\mu\text{g g}^{-1}$ of soluble iron ($r = 0.577$). Soluble and dialyzable iron in $\mu\text{g g}^{-1}$ and in percentage were significantly correlated ($r = 0.944$ and $r = 0.951$; respectively).

3.2. *In vivo* bioavailability – Biological assay

3.2.1 Maize

Chemical composition of genotypes used in the biological assay is presented in Table 3. The samples had similar chemical composition and their insoluble fiber content was higher than that of the soluble fraction.

Biological assay

There was a difference in iron content between the diets during the repletion phase (Table 4). When comparing all groups with the control, only Caimbé diet did not differ from the control (Ferrous sulfate), while the other test diets had lower iron content than the control group, by the Dunnett test ($p < 0.05$). Comparing only the test groups, it was observed that 3E4824 diet had a lower iron content than Caimbé, 1F5924 and 2E4794 diets; and Caimbé diet had a higher content than 2E5305, 3E4824 and 2E4794 (Table 4). Due to these differences in the iron content of the diets, the use of HRE was important as it eliminates this confusing factor, by measuring the hemoglobin gain in relation to the iron intake. There was no difference in weight gain, feed intake and FER between the groups in all the phases of the assay.

All groups, except for 1F5924, had an iron intake different from the control group, due to different content of iron in the diets. The Caimbé group was the only one that presented higher iron intake when compared to the control group. Comparing only the test groups, they all had different iron intake, with Caimbé having the highest intake and 2E4794 the lowest (Table 4). These results reaffirm the need to evaluate the hemoglobin gain in relation to iron intake.

In the beginning of the repletion phase, the mean hemoglobin value was $5.91 \pm 1.30 \text{ g dL}^{-1}$. There was no significant difference in the initial and final hemoglobin values between groups. Hemoglobin gain per gram of iron consumed was higher in the 2E4794 group, and lower in the control group, although not at a significant level (Table 4).

All groups had HRE greater than the control group, except for Caimbé. Otherwise, analyzing only the test groups, there was no difference between the groups, and RBV indicated that the 3E4824 and 2E4794 groups had the best values of HRE. The Caimbé group, which presented the highest iron intake, showed the lowest RBV value (Table 4).

There was no relationship between iron intake and hemoglobin gain. However, there was a positive and significant correlation between hemoglobin gain per gram of iron intake and HRE ($r = 0.883$; $p < 0.001$), and between hemoglobin gain and HRE ($r = 0.723$; $p < 0.001$). In this study, hemoglobin gain and HRE did not present any significant correlation with phytate and phytate: iron molar ratio.

Correlation between in vitro and in vivo assays

Hemoglobin gain per gram of iron intake and HRE did not correlate with any results from the *in vitro* assay. Hemoglobin gain did not present a statistically significant correlation with any *in vitro* assay value at 5%. However, there were positive correlations with *p*-values, ranging from 0.653 to 0.809 (Table 5).

DISCUSSION

Simic et al. (11) studied the genetic variation of iron content in maize population as part of a biofortification project in maize at the Agricultural Institute Osijek, Croatia and found a mean value of 24.20 mg kg⁻¹, while Abebe et al. (12) found a mean value of 44 mg kg⁻¹, both higher than the values found in this study. These differences in iron content can be due to the variability in iron content of the soils, a factor that affects the total iron content of plant foods (4). Besides, each study analyzed different maize genotypes which indicate the genetic variation among maize iron. This fact indicates the feasibility of developing maize genotypes with higher amount of iron.

Lorenz et al. (13) and Abebe et al. (12) reported higher phytate contents in maize than those found in this study (1.15% and 1.44%, respectively). The study of Lorenz et al. (13) used colorimetric methodology and Abebe et al. (12) used high performance liquid chromatography (HPLC). It is reported in the literature that AOAC and other colorimetric methods overestimate phytate values because they quantify inositol mono-, bi-, tri-, tetra-, penta- and hexaphosphate and other phosphates, such as nucleotides with phosphorus and adenosine triphosphate; while the HPLC method quantifies only inositol tri-, tetra-, penta- and hexaphosphate (14). It is known that only inositol penta- and hexaphosphate inhibit iron absorption (14), and AOAC and other colorimetric methods do not quantify these fractions separately. Nonetheless, the values found using colorimetric or HPLC method were similar for maize sample, indicating that, the colorimetric method can be used to obtain an approximate value of phytate content when HPLC method cannot be used (15). This could be explained by the fact that approximately 95% of maize phosphorus is in the form of inositol penta- and hexaphosphate (15). This fact indicates that the genotypes analyzed in this study achieved smaller quantities of phytate than others studied around the world.

The phytate:iron molar ratios of all samples studied were higher than 1, meaning that the iron of these maize kernels had low bioavailability using this method of analysis (16). However, Ma et al. (17) analyzed rice and found iron content values that varied from 1.2 to 1.9 mg kg⁻¹, phytate values from 0.055% to 0.183%, and phytate:iron molar ratios from 39.4 to 83.27

Despite the value found for phytate:iron molar ratio, the biological assay results indicate that maize iron was as bioavailable as ferrous sulfate, since both promoted the same hemoglobin gain and HRE. Based on this study, phytate:iron molar ratio did not reflect iron bioavailability since the diet with ferrous sulfate did not have phytate in its composition. Nonetheless, it is important to emphasize that iron absorption is higher in the rat model than in humans, since it is less influenced by dietary factors that inhibit non-heme iron absorption (18). However, it was not considered a study in humans, since improvement in the iron status can only be noticed in humans who are already deficient in iron. Besides, it is unethical to submit human beings to a diet which may not improve their health.

Phytate: iron molar ratio was expected to influence iron bio-accessibility measured by the *in vitro* method, since phytate is known to affect iron bioavailability, but no correlation was found. This could have happened because there was a small difference in phytate:iron molar ratio between the genotypes studied, which varied from 30.64 to 55.41.

The *in vitro* assay results were not influenced by the total iron content of the samples; thus, iron content did not determine soluble and dialyzable iron (Table 2). No significant correlation was found in the biological assay between iron intake and hemoglobin gain and HRE, indicating that a higher intake does not necessarily implies in higher iron absorption and bioavailability. Felix and Canniatti-Brazaca (19) evaluated dialyzable iron in soybean and did not find a positive correlation between iron content and dialyzable iron, either. According to the literature, no agreement has been reached regarding the influence of total iron content and its bioavailability; nonetheless, biological assay results of the present study indicated that this correlation does not exist. Therefore, increasing iron content of foods is not sufficient to increase bioavailable iron, reinforcing the need of bioavailability studies to evaluate the results of new genotypes developed in breeding programs.

Carotenoids in maize may have influenced the results of bioaccessibility/bioavailability but they were not quantified in this study. Different carotenoid contents varying from 2.01 to 19.63 mg kg⁻¹ were found in samples analyzed in Santa Catarina, Brazil (20), and 9.33 mg kg⁻¹ in maize flour from Italy (21). Carotenoids, mainly the ones with pro-vitamin A activity, affect iron absorption positively since they form soluble complexes with the mineral, providing a higher amount of soluble bioavailable iron for gut absorption (4).

The group that received the genotype Caimbé presented the highest iron intake but not the highest hemoglobin gain and HRE, still presenting the lowest RBV value, indicating that this genotype possibly contains some compounds affecting iron absorption, such as polyphenols, which were not evaluated in our study. Kuhnen (20) reported a polyphenol content ranging from 516.29 to 1,132.04 µg g⁻¹ for maize samples.

The group presenting the highest hemoglobin gain per gram of iron consumed received the genotype 2E4794, which indicates the best iron bioavailability. This fact could also be confirmed by the best HRE and RBV values. However, this sample also presented a higher content of phytate and phytate:iron molar ratio compared to the genotypes analyzed. An explanation for this result is the small difference in phytate:iron molar ratio between the genotypes used in the biological assay (varying from 41.67 to 55.89), which would not cause great differences between the group results. Thus, the use of genotypes with greater differences in phytate:iron molar ratio is suggested, as an attempt to verify the influence of this factor on iron bioavailability.

Despite the higher phytate:iron molar ratio values of maize grains, hemoglobin gain and HRE of the genotypes were greater than those found in the control group, indicating an iron bioavailability similar to ferrous sulfate. The control group did not have any ingredient in the diet containing phytate. Possibly, carotenoid content with pro-vitamin A activity affected the results.

HRE and hemoglobin gain per gram of iron consumed, and HRE and hemoglobin gain presented significant correlation in this study. The same results were found by Haro-Vicente et al. (22), indicating the possibility of using HRE and hemoglobin gain per gram of iron consumed instead of only hemoglobin gain, or in cases when feed or iron intake were not well controlled, since these two consider iron intake in the determination.

Although phytate did not influence iron bioavailability in this study, the result should be evaluated with caution since the influence of this compound on mineral bioavailability is widely known by *in vitro* (23) and *in vivo* studies (14-24).

Even though hemoglobin gain did not present significant correlations with soluble and dialyzable iron, a positive correlation could be observed. Forbes et al. (25) found similar results between dialysis and clinical assay, indicating that this *in vitro* method could be a good alternative for a first iron bioavailability evaluation of feeds.

CONCLUSION

The small quantity of genotypes analyzed *in vivo*, the small difference in iron content and phytate:iron molar ratio could be the reasons for the lack of statistical significance in the correlations. So, it could be suggested another study using larger amount of genotypes. Nevertheless, in this phase of plant breeding program development, it is difficult to produce great quantities of maize, and this was one of the limitations of the study. It was planned to analyze more genotypes of maize by *in vivo* method, nonetheless due to climatic conditions, less grains were produced.

However, the maize genotypes studied presented good iron bioavailability, since the groups fed maize had the same results of the control group for hemoglobin gain, hemoglobin gain per gram of iron consumed and hemoglobin regeneration efficiency, in the biological assay. This emphasizes the importance of plant breeding programs in the development of cereals genotypes with higher amount of nutrients, which could help in the prevention and treatment of nutritional deficiencies.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Embrapa Maize and Sorghum, and Fapemig for the financial support, and CNPq for the scholarship provided for the MS. student.

REFERENCES

1. WHO - World Health Organization. Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005 : WHO global database on anaemia. Geneva: WHO. 2008.
2. Uauy R, Hertrampf E; Reddy M. Iron Fortification of Foods: Overcoming Technical and Practical Barriers. *Nutri* 2002; 132(4): 849S-852S.
3. Meenakshi JV, Johnson NL, Manyong VM, Degroote H, Javelosa J, Yanggen DR, Naher F, Gonzalez C, Gar-

- cía J, Meng E. How Cost-Effective is Biofortification in Combating Micronutrient Malnutrition? An Ex ante Assessment. *World Development*. 2010; 38(1): 64-75.
4. Pixley KV, Palacios-Rojas N, Glahn RP The usefulness of iron bioavailability as a target trait for breeding maize (*Zea mays L.*) with enhanced nutritional value. *Field Crops Research*. 2011; 123: 153-160.
 5. Miller DD, Schricke BR, Rasmussen RR, Van Campen D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *Amer J Clin Nutri*. 1981; 34: 2248-2256.
 6. AOAC - Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (16ed. rev. 4). Washington, D.C. 1998.
 7. Haug W, Lantzsch H. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereals products. *J Scie Food and Agri*. 1983; 34: 1423-1426.
 8. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. (4. Ed.) São Paulo. 2005.
 9. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey JR GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *JNutri*. 1993; 123(11): 1939-1951.
 10. Haro-Vicente J, Pérez-Conesa D, Rincón F, Ros G, Martínez-Graciá C, Vidal, M. Does ascorbic acid supplementation affect iron bioavailability in rats fed micronized dispersible ferric pyrophosphate fortified fruit juice? *European JNutri*. 2008; 47(8): 470-478.
 11. Simic D, Sudar R, Ledencan T, Jambrovic A, Zdunic Z, Brkic I, et al. Genetic variation of bioavailable iron and zinc in grain of a maize population. *J Cereal Sci*. 2009; 50: 392-397.
 12. Abebe Y, Bogal A, Hambidge KM, Stoecker BJ, Bailey K, Gibson RS. Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *J Food Composi and Analysis*. 2007; 20(3-4): 161-168.
 13. Lorenz AJ, Scott MP, Lamkey KR. Quantitative Determination of Phytate and Inorganic Phosphorus for Maize Breeding. *Crop Science*. 2007; 47(2): 600-604.
 14. Brune M, Rossander-Hulten L, Hallberg L, Gleerup A, Sandberg A. Iron Absorption from Bread in Humans: Inhibiting Effects of Cereal Fiber, Phytate and Inositol Phosphates with Different Numbers of Phosphate J *Nutri*. Groups. *Journal of Nutrition*. 1992; 122(3): 442-449.
 15. Raboy V, Gerbasi PF, Young KA, Stoneberg SD, Pickett SG, Bauman AT, et al. Origin and Seed Phenotype of Maize low phytic acid 1-1 and low phytic acid 2-1. *Plant Physiology*. 2000; 124: 355-368.
 16. Hallberg L, Brune M, Rossander, L. Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. *Amer J Clinical Nutri*. 1989; 49(1): 140-144.
 17. Ma G, Jin Y, Piao J, Kok F, Guusje B, Jacobsen E. Phytate, Calcium, Iron, and Zinc Contents and Their Molar Ratios in Foods Commonly Consumed in China. *J Agri and Food Chemi*. 2005; 53(26): 10285-10290.
 18. Reddy MB, Cook JD. Assessment of dietary determinants of nonheme-iron absorption in humans and rats. *American J Clinical Nutri*. 1991; 54: 723-728.
 19. Felix MA, Canniatti-Brazaca SG. Disponibilidade de ferro in vitro de grãos de soja tostados por diferentes tratamentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008; 8: 78-83.
 20. Kuhnen S. Metabolômica e bioprospecção de variedades crioulas e locais de milho (*Zea mays l.*) [thesis]. Florianópolis, SC, Brazil: Federal University of Santa Catarina; 2007.
 21. Gentili A, Caretti F. Evaluation of a method based on liquid chromatography–diode array detector–tandem mass spectrometry for a rapid and comprehensive characterization of the fat-soluble vitamin and carotenoid profile of selected plant foods. *J Chromatog A*. 2011; 1218(5): 684-697.
 22. Haro-Vicente JF, Rez-Conesa D, Braqueh FR, Ros G. Iron absorption and haemoglobin status of rats fed a ferrous bisglycinate-fortified growing-up milk. *J Sci Food and Agri*. 2009; 89: 2107-2114.
 23. Frontela C, Haro JF, Ros G, Martínez C. Effect of Dephytinization and Follow-on Formula Addition on in Vitro Iron, Calcium, and Zinc Availability from Infant Cereals. *J Agri Food Chem*. 2008; 56: 3805-3811.
 24. Rong LI, Kang-Ning W. Nixtamalization Effects on the Contents of Phytic Acid in the Varieties of Maize and the Bioavailability of Iron in Nixtamalized Maize to Young Pigs. *Pakistan JNutri*. 2009; 8(6): 905-909.
 25. Forbes AL, Arnaud MJ, Chichester CO, Cook JD, Harrison BN, Hurrell RF, et al. Comparison of in vitro, animal, and clinical determinations of iron bioavailability: International Nutritional Anemia Consultative Group Task Force report on iron bioavailability. *American J Clin Nutri*. 1989; 49: 225-238.

Recibido: 08-03-2012

Aceptado: 20-07-2012

Comparación entre variables antropométricas auto reportadas y mediciones reales.

J. Díaz-García, L.I. González-Zapata, A. Estrada-Restrepo

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue valorar el autoreporte de peso, estatura y perímetro de cintura, y comparar dicha percepción con los valores reales en estudiantes universitarios participantes de la Cohorte MESPYN, -Medellín, Salud Pública y Nutrición- de la Universidad de Antioquia (UdeA) - Colombia. Se realizó un estudio transversal a partir de la primera medición de la Cohorte MESPYN 2009-2010. La muestra incluyó estudiantes voluntarios de las diferentes áreas académicas. La autovaloración de peso, estatura y perímetro de cintura se registró antes de la toma de los datos reales. Se calcularon coeficientes de correlación intraclase (CCI) para todas las variables ($\alpha=0,05$); la concordancia entre medidas reales y autoreferidas se valoró según el método de Bland y Altman. Se incluyeron 424 estudiantes voluntarios. El peso promedio real de hombres (kg) fue $67,4\pm 10,4$ y autoreportado: $67,0\pm 11,0$; en mujeres el valor real: $55,7\pm 10,1$ y autoreportado: $55,0\pm 9,0$. La estatura promedio real (m) en hombres fue $1,73\pm 6,1$ y autoreportada: $1,73\pm 6,0$; en mujeres el valor real: $1,60\pm 5,9$ y autoreportado: $1,61\pm 6,0$. En hombres el perímetro de cintura promedio real (cm) fue $76,6\pm 8,0$ y autoreportado: $75,0\pm 14,0$; en mujeres el valor real: $69,9\pm 8,0$ y autoreportado: $70,0\pm 9,0$. El CCI para peso: 0,956, IC95% (0,95; 0,97), ($p<0,01$); CCI para estatura: 0,953, IC95% (0,91; 0,97), ($p<0,01$) y CCI para perímetro de cintura: 0,593, IC95% (0,55; 0,65), ($p<0,01$). En conclusión, la evaluación nutricional antropométrica de estudiantes de la UdeA puede realizarse por datos autoreportados para peso y estatura, pero la evaluación de obesidad abdominal requiere la toma directa del perímetro de cintura.

Palabras clave: Autoreporte, peso, estatura, estado nutricional, perímetro de cintura, obesidad abdominal.

SUMMARY. Comparison of self-reported anthropometric variables and real measurement data. The objectives of this study were to evaluate self-reporting of weight, height, and waist circumference, and to compare that perception with the real measurements in college students of the MESPYN cohort -- Medellin, Salud Pública y Nutrición -- from the University of Antioquia (UdeA), Colombia. A cross-sectional study was conducted starting with the first measurement of the MESPYN Cohort 2009-2010. The sample included volunteer students from different academic areas. Self-perception of weight, height, and waist circumference were recorded before the real measurements were performed. Intraclass correlation coefficients (ICC) were calculated for all the variables, and an alpha of 0.05 was used. The concordance between real measurements and self-referred values was evaluated with the Bland and Altman method. 424 volunteer students were included. The average real weight (kg) in males was 67.4 ± 10.4 and self-reported: 67.0 ± 11.0 ; in females the real value was 55.7 ± 10.1 and self-reported: 55.0 ± 9.0 . The average real height (m) in males was 1.73 ± 6.1 and self-reported: 1.73 ± 6.0 ; in females the real value was 1.60 ± 5.9 and self-reported: 1.61 ± 6.0 . In males, the average real waist circumference (cm) was 76.6 ± 8.0 and self-reported: 75.0 ± 14.0 ; in females the real value was 69.9 ± 8.0 and self-reported: 70.0 ± 9.0 . Weight ICC: 0.956, 95%CI (0.95; 0.97), ($p<0.01$); height ICC: 0.953, 95%IC (0.91; 0.97), ($p<0.01$), and waist circumference ICC: 0.593, 95%IC (0.55; 0.65), ($p<0.01$). In conclusion, anthropometric nutritional evaluation of UdeA students can be performed with self-reported data for weight and height, but the evaluation of abdominal obesity requires direct measurement of waist circumference.

Key words: Self report, weight, height, nutritional status, waist circumference, abdominal obesity.

INTRODUCCIÓN

Los efectos de la transición nutricional, epidemiológica y demográfica en el mundo, se evidencian entre otros aspectos en los cambios de la conducta alimentaria y en el estado nutricional de la población (1-3). Esta situación responde además

al panorama social, económico y político de los países y regiones, aunque de manera diferencial y destaca la importancia de contar con sistemas de vigilancia alimentaria y nutricional que permitan el seguimiento nutricional de la población.

En la actualidad, la evidencia demuestra que el sobrepeso y la obesidad son una epidemia mundial con ten-

dencia ascendente, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2008 una de cada diez personas adultas en el mundo eran obesas ($IMC < 30 \text{ kg/m}^2$) y 1500 millones de adultos de 20 y más años tenían sobrepeso ($IMC 25$ a $29,9 \text{ kg/m}^2$). La International Obesity Taskforce (IASO/IOTF) en el 2010, estimó que aproximadamente 1.0 millón de adultos tenían sobrepeso, y otros 475 millones eran obesos (6).

Estos datos no son diferentes a lo que sucede actualmente en Colombia, donde según la Encuesta Nacional de la situación Nutricional en Colombia 2010 (ENSIN 2010), 31,5% de las personas entre 18 y 49 años presentó sobrepeso y 13,3% obesidad (7). A su vez, según el estudio de Perfil Alimentario y Nutricional de Medellín 2010 (PAYNM), en la ciudad el 31,2% de los hombres y mujeres entre 18 y 44 años presentó sobrepeso y 11,8% obesidad (8).

En la valoración del estado nutricional de los adultos, existe acuerdo internacional propuesto por la OMS sobre el uso del índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelet para determinar los factores de riesgo asociados con la nutrición, la evidencia epidemiológica demuestra que un IMC elevado es un importante factor de riesgo de enfermedades no transmisibles, como las cardiovasculares, la hipertensión arterial, las dislipidemias, la resistencia a la insulina y la diabetes (9).

Además, se destaca la importancia de la valoración y seguimiento del perímetro de cintura (PC), el cual, es una medida indirecta de adiposidad central que evalúa el riesgo de enfermedad cardiometabólica y es utilizado como uno de los criterios de diagnóstico de síndrome metabólico, por tanto el uso de esta medida constituye una herramienta útil en atención primaria (10,11).

Las medidas antropométricas de peso corporal, la estatura y en menor proporción el PC, constituyen la base de los sistemas de vigilancia alimentaria y nutricional en adultos, sin embargo, dada la dificultad para disponer de estos datos de forma periódica, estudios realizados en diferentes países se basan en el autoreporte de dichas medidas, previa verificación de su validez al contrastarlos con los datos reales (12-22).

Disponer de sistemas de vigilancia alimentaria y nutricional constituye un aspecto fundamental para conocer el estado nutricional, hacer seguimiento y detección oportuna de las alteraciones y definir la forma de intervención. Por tanto, el objetivo de este estudio consiste en valorar los datos de peso, estatura y PC auto referidos, con las mediciones de dichas variables en es-

tudiantes universitarios participantes de la cohorte MESPYN -Medellín, Salud Pública y Nutrición- de la Universidad de Antioquia (UdeA)-Colombia, que permita establecer la validez de su uso como parte de un sistema de vigilancia nutricional de esta población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio: estudio descriptivo transversal, el cual se basó en la primera medición del proyecto Cohorte MESPYN. Esta cohorte es un estudio longitudinal a 10 años que pretende establecer los determinantes sociales y económicos de la salud y la nutrición en la población de la UdeA. Este proyecto fue avalado el 5 febrero de 2009 según consta en acta 09-043-208, por el comité de bioética de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la UdeA, como “investigación con riesgos menores al mínimo”.

Para la recolección de los datos, se utilizó la estrategia de adhesión a las jornadas de salud que realizó Bienestar Universitario de la UdeA en cada una de las facultades, escuelas e institutos que componen la comunidad académica. Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta: estudiantes de la UdeA de ambos sexos, con edades entre 18 y 60 años, que no presentaran impedimentos para la toma de medidas antropométricas. A cada participante de las jornadas, se les explicó las características de la investigación y se invitó a participar de forma voluntaria.

Estudiantes de las diferentes áreas académicas (ciencias sociales y humanas, ciencias exactas y naturales y ciencias de la salud) que aceptaron formar parte del estudio, diligenciaron el consentimiento informado, luego de esto se procedió a diligenciar la encuesta con las variables sociodemográficas, estilos de vida y antropométricas. La recolección estuvo a cargo de estudiantes de nutrición y dietética, previamente capacitados y estandarizados en todo el proceso de investigación y en la toma de medidas antropométricas.

La valoración antropométrica por IMC y PC se realizó en dos momentos. La autovaloración corporal se registró de forma previa a la toma de las medidas antropométricas con el fin de no influir en sus respuestas e incluyó las siguientes preguntas: ¿Cuánto cree que pesa?, ¿Cuánto cree que mide? y ¿Cuántos centímetros cree que tiene de cintura?; los participantes desconocían que se validaría posteriormente la información obtenida con los datos reales. Posteriormente, se tomaron

las mediciones antropométricas a los participantes: el peso en kg, la estatura y PC en cm. Para la medición del peso corporal se utilizó una báscula digital (Tanita HD314) con una capacidad de 150 kg y 0,1 kg de sensibilidad; la estatura se midió con un metro portátil marca SECA con cinta métrica metálica, cuerpo en pasta, pieza fija y escuadra móvil, con una longitud de 220 cm y una sensibilidad de 0,1 cm. Para controlar la calidad del dato, las mediciones se realizaron con ropa ligera, sin zapatos, con la mínima cantidad de accesorios y sin elementos contenidos en los bolsillos. El PC se midió con una cinta métrica (MABIS) no extensible, con una longitud de 150 cm y una sensibilidad de 0,1 cm. Esta medida se tomó palpando y marcando la última costilla y el borde superior de la cresta ilíaca de ambos costados, y en el punto medio se ubicó la cinta métrica sin presionar el tejido de la piel; la lectura se realizó en la espiración. Cada una de las medidas se tomó dos veces, cuando la diferencia en peso superó los 100g se procedió a una tercera medición; diferencias en estatura y PC mayores a 5 milímetros requirieron una tercera toma de la medida.

A partir de los datos de peso y estatura se calculó el IMC como el cociente entre peso en kg / estatura en m², y se interpretó según los criterios de la OMS, bajo peso (< 18,5 kg/m²), normalidad (18,5 a 24,9 kg/m²), sobrepeso (25,0 a 29,9 kg/m²) y obesidad (\geq 30 kg/m²) (5). Los datos del PC se clasificaron como riesgo de enfermedad cardiovascular si los valores eran \geq 80 cm para mujeres y \geq 90 cm para hombres (11).

El análisis estadístico se efectuó mediante pruebas Chi cuadrado, Coeficiente de correlación de Spearman, Prueba T, U de Mann-Whitney y Wilcoxon. Se determinó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para establecer la concordancia entre los métodos, de modo que valores >0,90 tienen una concordancia muy buena, entre 0,71-0,90 buena, de 0,51-0,70 moderada, de 0,31-0,50 mediocre y <0,30 mala o nula (23). Además, se empleó el método de Bland y Altman, el cual permite evaluar el acuerdo entre dos siste-

mas de medida (24). El nivel de significancia establecido fue de 0,05. Para los cálculos se usó el software SPSS versión 19 (SPSS Inc., Chicago, EEUU).

RESULTADOS

Se evaluaron 424 estudiantes (36,4% hombres), con edades entre 17 y 42 años (21,4 \pm 4,1). En el autoreporte de los participantes sobre su estado nutricional por IMC, se encontró que 74,8% se valoran normales, 12,5% con bajo peso, 10,8% con sobrepeso y 1,9% con obesidad. Al contrastar lo anterior con los cálculos realizados a partir de los datos tomados en forma directa, 75,1% están normales, 8,1% con bajo peso, 14,1% con sobrepeso y 2,6% presentó algún grado de obesidad.

A las preguntas sobre cuanto cree que pesa y cuanto cree que mide contestaron 421 estudiantes. A la pregunta de cuantos centímetros cree que tiene de cintura, 25 estudiantes manifestaron desconocer la respuesta. Cuatro estudiantes no desearon tomarse el peso, tres la estatura y cinco el perímetro de cintura. En las comparaciones entre medias de peso, estatura, IMC y PC autoreferido-valorado se encontraron diferencias significativas por sexo ($p < 0,001$), de tal forma que los hombres presentaron mayores promedios para las variables medidas y autoreferidas (Tabla 1).

TABLA 1
Comparación del peso, la estatura, el IMC y el PC autoreferidos y valorados según sexo

	Sexo				Estadístico de prueba	p
	Hombre		Mujer			
	n	Media-Ds	N	Media- Ds		
Peso medido	155	67,9 \pm 10,5	265	55,8 \pm 10,9	6993,0*	<0,001
Peso autoreferido	153	67,0 \pm 11,0	268	55,0 \pm 9,0	6700,0*	<0,001
Estatura medida	155	172,5 \pm 6,1	266	159,8 \pm 5,9	2560,5*	<0,001
Estatura autoreferida	153	173,0 \pm 6,0	268	161,0 \pm 6,0	3041,5*	<0,001
IMC	155	22,6 \pm 3,1	265	21,8 \pm 3,4	17020,0*	<0,001
Percepción de IMC	153	22,2 \pm 3,1	268	21,1 \pm 3,1	16241,5*	<0,001
PC medida	155	76,6 \pm 8,0	264	69,9 \pm 8,0	8,313 [‡]	<0,001
PC autoreferido	140	75,0 \pm 14,0	259	70,0 \pm 9,0	13562,0*	<0,001

* U Mann Whitney

[‡] T Student

Al contrastar los promedios de las medidas reales y las autoreportadas no se encontraron diferencias para el perímetro de cintura ($p=0,422$), mientras que en las variables de peso, estatura y el subsecuente IMC se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$), dichas diferencias están dadas por el promedio entre sujetos y no por las diferencias entre los métodos de medición. En la variable estatura se observó una

sobreestimación del valor real frente al autoreferido, el peso corporal se subestimó, al igual que el perímetro de cintura, aunque con algunas diferencias por sexo (Tabla 2).

A su vez, mediante el cálculo del CCI, se encontró tanto en peso como en estatura una concordancia muy buena entre los métodos (CCI: 0,956-0,953 respectivamente) y en el IMC una clasificación de bueno (CCI: 0,892), mientras que para el PC el CCI fue moderado (CCI: 0,593). Estos resultados se mantuvieron por sexo, sin embargo, el grado de concordancia varía siendo mayor en peso e IMC en los hombres, y en estatura y PC en las mujeres (Tabla 3).

El establecimiento del grado de acuerdo entre las mediciones reales y autoreportadas se evaluó por el método de Bland y Altman, el cual evidenció la existencia de acuerdo para las variables peso corporal y estatura, los cuales fueron corroborados al calcular el IMC y encontrar

TABLA 2
Diferencias relacionadas de medidas reales y autoreferidas.

	n	Real	Autoreferido	Diferencia	p
Peso	417	60,1±11,6	59,3±11,5	0,8	<0,001*
Estatura	418	164,5±8,6	165,6±8,5	-1,1	<0,001*
IMC	417	22,1±3,3	21,5±3,1	0,6	<0,001*
PC	394	72,4±8,6	71,9±11,1	0,5	0,422‡
Hombres					
Peso	155	67,4±10,4	66,9±10,9	0,5	0,002*
Estatura	155	172,5±6,1	173,5±6,1	-1	<0,001*
IMC	155	22,6±3,1	22,2±3,1	0,4	<0,001*
PC	155	76,6±8,0	74,7±13,9	1,9	0,028‡
Mujeres					
Peso	269	55,8±10,1	54,9±9,4	0,9	<0,001*
Estatura	269	159,8±5,9	161,1±6,0	-1,3	<0,001*
IMC	269	21,8±3,4	21,1±3,1	0,7	<0,001*
PC	269	69,9±8,0	70,4±8,8	-0,5	0,182‡

* Prueba de Wilcoxon

‡ T Student Pareada

TABLA 3
Concordancia entre las mediciones tomadas y autopercebidas

	n	CCI*	IC 95%	p
Peso autoreferido - Peso medido	417	0,956	0,95-0,97	<0,001
Estatura autoreferida - Estatura medida	418	0,953	0,91-0,97	<0,001
PC autoreferido- PC medido	394	0,593	0,55-0,65	<0,001
Percepción de IMC - IMC	417	0,892	0,830-0,927	<0,001
Mujeres				
Peso autoreferido - Peso medido	264	0,934	0,91-0,95	<0,001
Estatura autoreferida - Estatura medida	265	0,914	0,81-0,95	<0,001
PC autoreferido- PC medido	254	0,613	0,53-0,68	<0,001
Percepción de IMC - IMC	264	0,871	0,79-0,91	<0,001
Hombres				
Peso autoreferido - Peso medido	153	0,955	0,94-0,97	<0,001
Estatura autoreferida - Estatura medida	153	0,895	0,84-0,93	<0,001
PC autoreferido- PC medido	140	0,513	0,38-0,63	<0,001
Percepción de IMC - IMC	153	0,927	0,88-0,95	<0,001

* Coeficiente de correlación intraclase.

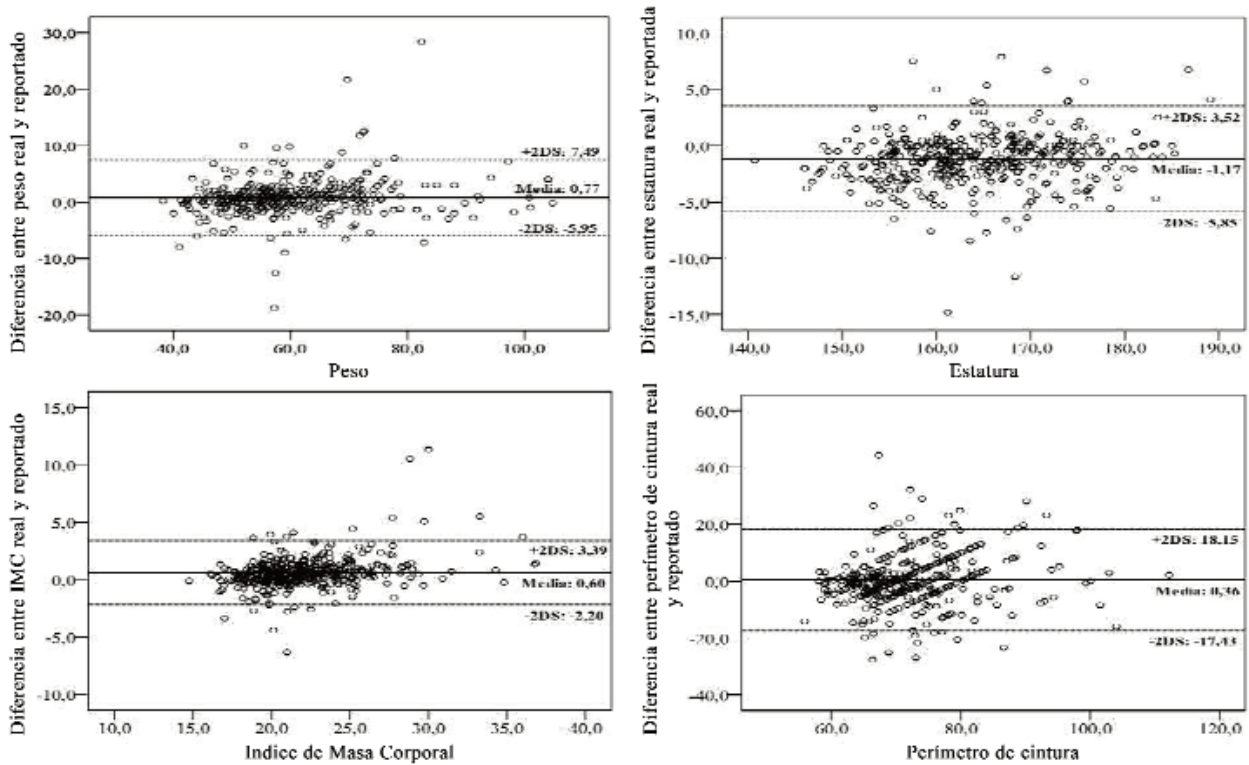


FIGURA 1
Diferencia del valor real y el autoreportado según el valor real (método Bland y Altman*) para peso, estatura, IMC y PC

*La línea continua representa la diferencia media entre los métodos. Las líneas discontinuas representan el promedio (ME) de las diferencias entre los métodos y los límites de acuerdo, superior e inferior, calculados como el promedio más o menos dos desviaciones estándar de las diferencias ($ME \pm 2DE$).

una mayor distribución de los datos dentro de los límites de acuerdo establecidos, sin embargo el PC obtuvo una mayor dispersión y por tanto un menor grado de acuerdo entre los métodos (Figura 1).

DISCUSIÓN

Desde nuestro conocimiento, este es el primer estudio realizado en Colombia que permite establecer la validez de los datos antropométricos autoreferidos en comparación con las mediciones reales en universitarios. Los hallazgos muestran que existe validez entre el peso y estatura autoreportados con los datos tomados en estudiantes universitarios, mientras que el perímetro de cintura no resulta apropiado en la valoración por autoreferencia.

Las investigaciones realizadas para valorar la concordancia de peso y talla, han validado la efectividad

del autoreporte mediante encuestas telefónicas (12) y cuestionarios previos a la toma de datos reales (13-20). Estudios en población adulta como la cohorte de Seguimiento de la Universidad de Navarra (SUN), la encuesta nacional de salud de España, The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), The National Health Interview Survey (NHIS), The Adventist Health Study 2, entre otros (12-20), evaluaron en sus poblaciones la correlación y el grado de acuerdo entre los métodos autoreportados y directos de peso y estatura encontrando altos coeficientes. Los resultados de esta investigación coinciden con dichos estudios, el CCI entre los datos referidos y medidos se clasificó de acuerdo con Mandeville (23) como muy bueno, así como el grado de acuerdo entre las técnicas evaluado por el método de Bland y Altman (24).

Sin embargo, investigaciones realizadas en población adulta de Suecia y Estados Unidos (21,22), con-

sideran que a pesar de encontrar altas cifras de concordancia en los valores de estatura y peso corporal, los profesionales interesados en la vigilancia del estado nutricional deben tomar los datos directamente, dada la inexactitud de valores autoreferidos que pueden conducir a una subestimación importante del IMC elevado y a una sobrestimación del IMC bajo.

En cuanto a la valoración del autoreporte del PC, se encontraron diferencias con otros estudios en el grado de acuerdo y concordancia. En un estudio de trabajadores Holandeses (14) y en una investigación de validación de los componentes de síndrome metabólico auto declarados (18) de la cohorte SUN, se encontró un CCI muy bueno 0,96 y bueno 0,86 respectivamente, entre las medidas reales y autoreferidas en dichos estudios. La concordancia moderada de nuestros hallazgos (CCI 0,593) y la amplia dispersión de los datos en los límites de acuerdo establecidos por el método de Bland y Altman, evidenciaron la necesidad de la toma directa del PC, debido a que las diferencias promedio entre los dos métodos de medición fueron superiores al 1%, lo cual de acuerdo con Lohman (25) las hace clínicamente relevantes, esto es, a pesar que las diferencias no parezcan ser estadísticamente importantes, las implicaciones en salud o en estudios poblacionales revisten especial atención. En este caso pueden conducir a un subregistro de los datos en los hombres y un sobregistro en las mujeres, afectando la clasificación de la obesidad abdominal y el desarrollo posterior de posibles estrategias de intervención.

Una de las principales fortalezas de este trabajo consiste en la generación de aportes al conocimiento del autoreporte con miras a la efectiva aplicación de los hallazgos y, brinda información para la construcción de un sistema de vigilancia alimentaria y nutricional que permita el seguimiento a los estudiantes de la UdeA. Además, reduce costos derivados de la compra, calibración de equipos y de estandarización periódica de personal en la toma de medidas antropométricas (21). Asimismo, este estudio aporta información sobre la valoración del autoreporte del PC, del cual no se tiene mayor información.

Entre las limitaciones de este estudio, es posible que exista un sesgo de mala clasificación no diferencial, dado que las medidas antropométricas se tomaron en diferentes momentos del día y no se garantizó el ayuno como estrategia para obtener una medida más precisa.

En Colombia, la Ley 1355 de 2009 establece el so-

brepeso y la obesidad como una prioridad de salud pública y aboga porque se adopten medidas para su control, atención y prevención. Para esto, se requiere contar con sistemas de vigilancia del estado nutricional que permitan disponer de datos periódicos que faciliten el diagnóstico precoz y toma oportuna de decisiones. Los resultados de esta investigación, evidencian la utilidad del autoreporte en población universitaria de la UdeA y constituyen un referente para la implementación de sistemas de monitoreo y vigilancia en otros grupos poblacionales.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que el peso, talla y el subsecuente IMC por datos autoreportados en estudiantes universitarios, son un estimado válido para utilizarse en estudios nutricionales y/o en la implementación de un sistema de vigilancia y monitoreo nutricional que permita obtener datos periódicos e intervenir oportunamente en pro de acciones tendientes a la promoción de un adecuado estado nutricional. La evaluación del riesgo por PC requiere la medición directa por parte de personal entrenado para evitar una inadecuada clasificación de la obesidad abdominal.

AGRADECIMIENTOS

La primera medición de la cohorte MESPYN fue financiada por la Corporación interuniversitaria de servicios –CIS– y por la Universidad de Antioquia – Colombia. El proyecto fue aprobado según consta en acta CODI 576 del 11 de mayo de 2010.

Agradecemos a los participantes de la cohorte MESPYN por su cooperación. También queremos expresar nuestro reconocimiento al grupo investigador de la cohorte MESPYN: L.S. Álvarez-Castaño, D. Gómez-Cifuentes, J. Monsalve-Álvarez, J.D. Góez-Rueda, C. Carreño; así como al grupo de estudiantes de nutrición y dietética que se vincularon como encuestadores en el proyecto.

REFERENCIAS

1. Caballero B. The Global Epidemic of Obesity: An Overview. *Epidemiol Rev.* 2007;29:1-5.
2. Popkin BM. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:2-9.
3. Food and agriculture organization. [Seriado en Internet]. The nutrition transition and obesity. [Citado 15

- nov 2011] Disponible en: <http://www.fao.org/FOCUS/E/obesity/obes2.htm>
4. González-Zapata LI, Estrada-Restrepo A, Alvarez-Castaño LS, Álvarez-Dardet C, Serra-Majem L. Exceso de peso, aspectos económicos, políticos y sociales en el mundo: un análisis ecológico. *Cad Saude Pública*. 2011;27:1746-56.
 5. World Health Organization. [Seriado en Internet]. Obesity and overweight. [Citado 15 nov 2011] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>
 6. International obesity Task Force. [Seriado en Internet]. The global epidemic. [Citado 15 nov 2011]. Disponible en: <http://www.iaso.org/iotf/obesity/obesitytheglobalepidemic/>
 7. Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Instituto Colombiano de bienestar familiar. Encuesta Nacional de la situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2010. Libro Digital. Bogotá D.C; 2010. 513 p.
 8. Álvarez LS, Mancilla LP, González LI, Isaza UA. Perfil Alimentario y Nutricional de Medellín 2010. Libro Digital. Medellín: Alcaldía de Medellín, Universidad de Antioquia; 2010. 498 p.
 9. World Health Organization. [Seriado en Internet]. 2006. BMI classification. [Citado 15 nov 2011]. Disponible en: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
 10. Atalah E, Urteaga C, Rebolledo A. Autopercepción del estado nutricional en adultos de Santiago. *Rev Méd Chile*. 2004;132: 1383-88.
 11. Alberti K, Eckel R, Grundy S, Zimmet P, Cleeman J, Donato K, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120: 1640-45.
 12. Basterra-Gortari F, Bes-Rastrollo M, Forga LI, Martínez J, Martínez-González M. Validación del índice de masa corporal auto-referido en la Encuesta Nacional de Salud. *An Sist Sanit Navar*. 2007;30 (3):373-81.
 13. Bes-Rastrollo M, Pérez J, Sánchez A. Validación del peso e índice de masa corporal auto-declarados de los participantes de una cohorte de graduados universitarios. *Rev Esp Obes*. 2005; 3:352-8.
 14. Dekkers J, van Wier M, Hendriksen I. Accuracy of self-reported body weight, height and waist circumference in a Dutch overweight working population. *Bmc Med Res Methodol*. 2008;8:1-13.
 15. Osuna-Ramírez I, Hernández-Prado B, Campuzano J, Salmerón J. Índice de masa corporal y percepción de la imagen corporal en una población adulta mexicana: la precisión del autoreporte. *Salud Publica México*. 2006;48:94-103.
 16. Bes-Rastrollo M, Sabate J, Jaceldo K, Fraser G. Validation of self-reported anthropometrics in the Adventist Health Study 2. *BMC Public Health*. 2011;11:1-10.
 17. Lin C, DeRoo L, Jacobs S, Sandler D. Accuracy and reliability of self-reported weight and height in the Sister Study. *Public Health Nutr*. 2010;9:1-11.
 18. Fernández-Montero A, Beunza J, Bes-Rastrollo M, Barrio M, Fuente-Arrillaga C, Moreno-Galarraga L, et al. Validación de los componentes del síndrome metabólico auto declarados en un estudio de cohortes. *Gac Sanit*. 2011;25: 303-7.
 19. Großschädl F, Haditsch B, Stronegger WJ. Validity of self-reported weight and height in Austrian adults: sociodemographic determinants and consequences for the classification of BMI categories. *Public Health Nutr*. 2011;11:1-8.
 20. Stommel M, Schoenborn C. Accuracy and usefulness of BMI measures based on self-reported weight and height: findings from the NHANES & NHIS 2001-2006. *BMC Public Health* 2009; 9:1-10.
 21. Nyholm M, Gullberg B, Merlo J, Lundqvist-Persson C, Rastam L. The Validity of Obesity Based on Self-reported Weight and Height: Implications for Population Studies. *Obesity*. 2007;15: 197-208.
 22. Gillum RF, Sempos C. Ethnic variation in validity of classification of overweight and obesity using self-reported weight and height in American women and men: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutr J*. 2005;4: 1-8.
 23. Mandeville P. El coeficiente de correlación intraclass ICC. *Ciencia UANL*. 2005;8: 414-6.
 24. Bland M, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307-10.
 25. Lohman T, Roche A, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Illinois: Human Kinetics Books; 1988.

Recibido: 01-03-2012
 Aceptado: 29-05-2012

The double burden of malnutrition and its risk factors in school children in Tunja

Lirios Pastor Galiano, Fred Manrique Abril, Andrea Ernert, Anne-Madeleine Bau

Institute of Tropical Medicine and International Health, Charité-Universitätsmedizin Berlin. Germany.
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja- Boyacá. Colombia

SUMMARY. Undernutrition and overnutrition are relevant Public Health problems in Colombia. We conducted a nutritional survey in the municipality of Tunja to quantify the problem in order to guide government interventions and serve as baseline for future evaluations. Schoolchildren were randomly selected among all private and public schools. Information on health status, socioeconomic and demographic characteristics of their families was collected using questionnaires, which also included the Colombian Household Food Security Scale. Anthropometric measurements of 1168 schoolchildren (5 to 19 years old) were obtained, analyzed with WHO AnthroPlus, and associated with the mentioned variables by further statistic analysis. The overall prevalences of stunting, thinness and overweight were 11.3%, 1.7% and 17.6%, respectively. The highest prevalence of stunting was found in rural areas (23%). Children from rural areas, attending public schools and in female-headed households had higher risks of stunting. Overweight reached a percentage of 26.9% in children attending private schools, where the risk of overweight was double than in public ones. Within the studied households 48.6% had some level of food insecurity. In Tunja the prevalence of undernutrition was low, which could be an effect of government nutrition programs. However, it continues to be a problem in vulnerable population groups, mainly in rural areas. On the other hand, the rising prevalence of overweight, following the trend of countries in nutritional transition, is a new Public Health problem which should be addressed. Periodic controls are also needed to evaluate the impact of government nutrition programs on the nutritional status of the children.

Key words: Child nutrition disorders, Overweight, Colombia, Nutrition programs, Nutrition Survey

RESUMEN. La doble carga de la malnutrición y sus factores de riesgo en Tunja, Colombia. La malnutrición es un problema de Salud Pública relevante en Colombia. Realizamos una encuesta nutricional en el municipio de Tunja para cuantificar el problema, guiar intervenciones gubernamentales y servir de base a futuras evaluaciones. Para ello seleccionamos aleatoriamente escolares entre todas las escuelas públicas y privadas y recogimos información sobre su salud y características socioeconómicas y demográficas de sus hogares con cuestionarios, incluyendo la Escala Colombiana de Seguridad Alimentaria en el Hogar. Obtuvimos así medidas antropométricas de 1168 escolares (entre 5 y 19 años) que analizamos con WHO-AnthroPlus y relacionamos con las variables mencionadas mediante análisis estadístico. La prevalencias de bajo peso, delgadez y sobrepeso fueron 11,3%, 1,7% y 17,6%, respectivamente. La prevalencia más alta de bajo peso se encontró en áreas rurales (23%). Niños de áreas rurales, escuelas públicas y en hogares con mujeres como cabeza de familia presentaron mayor riesgo de bajo peso. Encontramos sobrepeso en el 26,9% de los niños en escuelas privadas, donde el riesgo de sobrepeso doblaba al de las públicas. De los hogares estudiados, un 48,6% presentaban inseguridad alimentaria. Encontramos por tanto una prevalencia baja de déficit nutricional, que podría ser resultado de los programas de nutrición gubernamentales. Sin embargo este problema continúa existiendo en poblaciones vulnerables, especialmente en zonas rurales. Por otro lado la creciente prevalencia de sobrepeso, siguiendo la tendencia de los países en transición nutricional, es un nuevo problema de Salud Pública a tratar. Para controlar la malnutrición es fundamental establecer controles periódicos para valorar el impacto de los programas nutricionales.

Palabras clave: Malnutrición, sobrepeso, Colombia, programas nutricionales, encuesta nutricional

INTRODUCTION

Several studies suggest that Colombia is undergoing a process of nutritional transition. Following the economic and demographic development, epidemiologic changes affect the population. As a re-

sult, the percentage of children with chronic undernutrition has declined during the last decades and has been overcome by overweight. This process has already happened in other Latin American countries (1,2). The coexistence of undernutrition and overweight represents a double burden for the country's weak he-

althcare system (3). The Colombian Family Welfare Institute (ICBF) has recently published the second National Survey of the Nutritional Situation in Colombia (ENSIN), conducted in 2010. The anthropometric measurements for school-aged children obtained in the ENSIN 2005 were reanalyzed according to WHO 2007 reference data. Their results show that while in 2005 the percentage of stunted and overweight children was exactly the same (13.9%), now the percentage of overweight has risen above the percentage of stunted children (17.5% and 10.0%, respectively) (4,5). Both 2005 and 2010 surveys show that stunting is more prevalent in male children, poor households and in the population of rural areas.

Boyacá is predominantly a rural department with 48% of its population living in rural areas (6). According to the ENSIN 2005, Boyacá department ranked second-highest in chronic undernutrition among children 5 to 9 years old and third among children 10 to 17 years. The recently published ENSIN 2010 shows that in Boyacá the percentage of stunted children has enormously declined in the last five years, from 21.9% in 2005 to 11.7% in 2010. This may be a result of the government nutrition interventions (4, 5).

Tunja, the capital and main municipality of Boyacá, has a population of 152,419 inhabitants. The 2005 census defined 77,093 (50.5%) of them as poor. In 2003, Castillo-Silva and Manrique-Abril (7) conducted a nutritional survey in Tunja among children between 0 and 10 years of poor households which showed that 15.8% of them were stunted. The lack of new available data at a local level to guide government interventions prompted this study. We conducted a nutrition survey to assess the overall nutritional status in school children in the municipality of Tunja. Our results will, furthermore, be a useful database for future studies. Socio-economic data were also assessed to obtain valuable information for the development of social and health policies.

MATERIALS AND METHODS

Study population. The study was conducted among school children between 5 and 19 years old (1st. to 10th. school year). The sample size was calculated with OpenEpi ($\alpha=0.05$, $\beta=0.2$, DEFF=3). We carried out a multistage cluster sampling: 5 public and 12 private educational institutions in Tunja were randomly

selected from the 13 public and 63 private schools existing in the municipality, including primary and secondary schools, with probability proportional to their size. The proportion of children in public and private schools in our sample was so similar to the value for the municipality. In the second stage classes in these schools were randomly selected, stratified by school year. Approximately 3040 questionnaires were distributed to the students of 108 classes. The questionnaires, including an informed consent, were filled in by the parents. Only children returning a completed questionnaire were included in the study. The degree of response in public and private schools was similar (38.01% and 40.40%, respectively). During October and November 2010 we collected 1177 questionnaires and carried out the corresponding anthropometric measurements. Nine students were excluded due to missing values and errors in birth date. The anthropometric measurements of three students aged 19 were not included for the statistic analysis.

Questionnaires. Questions on the following topics were included:

Demographic and socio-economic status. The parents were asked about the size of the household including the number of siblings living in it, who the head of the family is (main financial earner in the household), age of the mother, age of the father and whether they resided in a rural or urban setting. To determine the socioeconomic status we used the classification of children in the SISBEN (System for Selecting Beneficiaries of Social Programs), a survey conducted periodically by the Colombian government. This system classifies the households in six categories according to the wealth, taking into account availability and quality of housing and basic public services, possession of durable goods, human capital endowments and current income. Households in levels 1 and 2 are considered in poverty (8). We used this criterion in our study to define poor children. SISBEN data obtained in questionnaires were cross-checked with the SISBEN database to increase reliability. Children not included in the database (38.9%) were classified as not poor, as mainly poor children are inscribed to obtain social benefits.

Child's medical history. Questions on recent diseases of the child were included, i.e. occurrence of respiratory infections, digestive infections or fever in the last two days.

Food security scale. The Colombian Household Food Security Scale (CHFFS) was used (9). The answers to this 12 item scale are coded as 0=no, 1=rarely, 2=sometimes, 3=always. The score is the sum of all the answers and is a value between 0 and 36 that represents the magnitude of the food insecurity in the household: the higher the score, the more pronounced the food insecurity. Households were classified as food secure (0), mildly food insecure (1-12), moderately food insecure (13-24) and severely food insecure (25-36).

Anthropometric measurement. The anthropometric measurements were carried out by trained research assistants in the schools. Height was measured with a Kramer portable stadiometer with base, capacity 1 to 2 meter, and the weight with a Detecto medical scale (0-130 kg). Anthropometric measurements were analyzed using WHO AnthroPlus software. *Weight for age Z-Scores* (WAZ) for children 5 to 10 years old, as well as *Height for age Z-Scores* (HAZ) and *Body Mass Index for age Z-Scores* (BAZ) for children 5 to 18 years old were obtained according to WHO 2007 reference data. Children with a HAZ or WAZ less than -2 were defined as stunted or underweight, respectively, and as severely stunted or severely underweight if HAZ or WAZ were less than -3 . For the evaluation of the BAZ we used the cut-offs recommended by the WHO (10): overweight as $BAZ > +1SD$, obesity as $BAZ > +2SD$, risk of thinness as $BAZ < -1SD$ and thinness as $BAZ < -2SD$.

Statistics. All statistical analyses were done by IBM SPSS Statistics 19. Differences among subgroups were examined with Chi square test. Further associations between nutritional status and socioeconomic and demographic variables were examined using logistic regression, adjusting for cluster effect. Because of the correlation of some of the independent variables, the logistic regression was performed by using a forward selection model consisting of two (forward selected) blocs: the first bloc contained the variables we considered to be more general and therefore of higher interest: age and sex, residence, head of the family, private/public school, health status and poverty. The second bloc contained the remaining variables, in order to proof if they are able to enhance the rate of explained variance. Results were checked carefully by comparing them with univariate results and results of a logistic regression

model which included all independent variables.

Ethical approval for the study was obtained by the Ethics Committee of the UPTC.

RESULTS

The final sample included 1168 students from 5 to 19 years old with the characteristics described in Table 1. The mean number of people in the household was 4.96, with a mean number of siblings per household of 2.92. Most of the households had a male as a head of the family (50.3%).

TABLE 1
Sample characteristics

Residence (n=1103)	N	%
Urban	893	81
Rural	210	19
Gender (n=1168)		
Female	603	51.6
Male	565	48.4
School type (n=1168)		
Public school	831	71.1
Private school	337	28.9
Poverty by SISBEN definition (n=1112)		
Poor household (SISBEN 1 and 2)	572	51.4
Not poor household	540	48.6
Food Insecurity (n=1154)		
Food secure households	593	51.4
Households with some level of food insecurity	561	48.6

Nutritional survey.

The prevalence of underweight, stunting and thinness were 4.4%, 11.3% and 1.7%, respectively. Overnutrition was overall more frequent: 17.6% of the children were overweight. The prevalence of underweight and thinness did not significantly differ for sex, age, character of the attended school and poverty level.

On the other hand the variability of stunting and overweight among children with different backgrounds was important (Tables 2 and 3). In rural areas 23% of

the children were stunted, while 12.0% of them were overweight. In urban areas just 8.4% of the children were stunted and 19.0% were overweight. Among poor children (SISBEN levels 1 and 2) 15.4% were stunted and 14.4% overweight. Children in levels 3 to 6 or not included in the SISBEN we less often stunted (7.8%), but 20.0% of them were overweight. The mean height for 14 years old children rose with the SISBEN level from 151.2 cm in level 1 to 161.5 cm in SISBEN level

4. While in private schools just 4.5% of the children were stunted and 26.9% overweight, in public schools both values were similar (14.1% stunting and 13.9% overweight).

We did not find a difference between males and females for stunting in general, but severe stunting (1.6%) was significantly more frequent in males ($p=0.035$). Overweight was more frequent in females among children under 10, but in males among children

TABLE 2
Prevalence of under- and overnutrition among subgroups

	Stunting (HAZ < -2SD)		Risk of thinness (BAZ < -1SD)		Overweight (BAZ > 1SD)		Obesity (BAZ > 2SD)	
	%	χ^2	%	χ^2	%	χ^2	%	χ^2
Global (n=1165)	11.3		10.0		17.6		2.6	
Children aged 6-9 (n=469)	9.4		8.5		17.9		3.8	
Children aged 10-12 (n=389)	11.6	p=0.892	12.6	p=0.896	19.8	p=0.167	1.3	p=0.059
Children aged 13-16 (n=307)	14.0		9.1		14.3		2.3	
Urban (n=891)	8.4	p<.001	10.7	p=0.080	19.0	p=0.090	3.0	p=0.064
Rural (n=209)	23.0		7.2		12.0		1.0	
Not poor (n=539)	7.8	p<.001	9.3	p=0.309	20.0	p=0.008	2.8	p=0.171
Poor: SISBEN 1 and 2 (n=570)	15.4		10.4		14.4		1.8	
Private school (n=335)	4.5	p<.001	9.6	p=0.407	26.9	p<.001	4.8	p=0.004
Public school (n=830)	14.1		10.2		13.9		1.7	
Female (n=601)	11.3	p=1.000	8.7	p=0.119	17.1	p=0.701	1.2	p=0.002
Male (n=564)	11.3		11.5		18.1		4.1	
Healthy (n=915)	10.3	p=0.020	9.9	p=0.441	18.5	p=0.064	2.4	p=0.229
Diseased (n=248)	15.3		10.5		14.1		3.2	
Female-headed households (n=338)	16.0	p=0.001	11.8	p=0.125	16.0	p=0.202	2.7	p=0.542
Other family member head of family (n=811)	9.2		9.4		18.2		2.6	

HAZ: Height for age Z-Scores; BAZ: Body Mass Index for age Z-Scores

aged 10 or more. Obesity was more frequent in males in all the age groups. Children living in larger households and children with a higher number of siblings were more likely to be stunted, while overweight occurred more frequently in children living in smaller households and in children with fewer siblings. In female-headed households the percentage of stunted children was significantly higher (16%, $p=0.001$), while in male-headed households the percentage of stunted children was significantly lower (8.8%, $p=0.006$) compared to households where both parents or other family members were heads of the family.

We found that 48.6% of the households were food insecure. The percentage of stunting increased with the degree of food insecurity, while overweight and obesity decreased (Table 3). The mean HAZ was related to the level of food security: its value was -0.7 (± 0.9) in food secure households against the -1.2 (± 0.8) in severely food insecure households. However,

the association between food security and the under-nutrition indicators underweight, stunting and thinness was not significant. Overnutrition was significantly higher in food secure households ($p=0.003$ for overweight; $p=0.011$ for obesity).

With logistic regression we found after adjustment that female-headed households, attendance of a public school and residence in a rural area were risk factors for stunting, while attendance of a private school was risk factor for overweight (Table 4). Children in rural areas had a 2.5 times higher risk to become stunted in comparison to urban children. Children attending public schools had two times higher risk to be stunted than children in private schools. Children living in female-headed households had almost double risk to be stunted than children in male-headed households. On the other hand, children in private schools had two times higher risk to be overweight than children from public schools.

TABLE 3
Prevalence of under- and overnutrition among food secure and food insecure households

	Stunting (HAZ < -2SD)		Risk of thinness (BAZ < -1SD)		Overweight (BAZ > 1SD)		Obesity (BAZ > 2SD)	
	%	χ^2	%	χ^2	%	χ^2	%	χ^2
Food secure households (n=591)	10.0	$p=0.088$	9.5	$p=0.308$	20.5	$p=0.003$	3.7	$p=0.011$
Food insecure hh. (n=560)	12.7		10.5		14.1		1.4	
Mildly food insecure (n=443)	11.1		9.7		15.1		1.6	
Moderately f. insecure (n=99)	18.2	$p=0.049$	13.1	$p<.001$	10.1	$p=0.022$	1.0	$p=0.102$
Severely food insecure (n=18)	22.2		16.7		11.1		0.0	

HAZ: Height for age Z-Scores; BAZ: Body Mass Index for age Z-Scores

TABLE 4
Odds Ratio of the significant risk factors for stunting and overweight

	Independent variable (reference)	Odds Ratio	95% CI	p
Stunting (n=1032)	Mother head of the family (father head of family)	1.77	1.14 - 2.74	.011
	Public school children (private schools)	1.98	1.07 - 3.69	.031
	Rural (urban areas)	2.45	1.59 - 3.78	<.001
Overweight (n=1014)	Private school children (public schools)	1.93	1.33 - 2.81	.001

Obtained with logistic regression adjusting for sex, age, urban/rural residence, head of the family, private/public school, health status and poverty

DISCUSSION

Our results show that in the municipality of Tunja the nutritional profile of the school children is consistent with the national context: overweight has risen over undernutrition. The ENSIN 2010 results showed the same trend in Boyacá and nationwide, towards a nutritional transition, as it we expected in the Latin-American context. We didn't have previous data for the municipality, but it is reasonable to think that the prevalence of malnutrition in Tunja municipality has declined during the last years as it has happened in the whole Boyacá department. This could be an effect of government interventions. Several nutrition programs have been developed in Colombia in the context of the National Food Security and Nutrition Policy (11). In Boyacá the government created the Food Plan for Learning (Plan Alimentario Para Aprender, PAPA) (12, 13). Since 2004 the plan provides supplementary food in schools of the department to improve the nutritional status of school children and their academic performance, and to reduce dropout. The plan is developed in those public schools where students have higher rates of poverty, and covers all students in these schools. However, chronic undernutrition continues to be a problem in vulnerable population groups. In our sample stunting was found to be more prevalent in poor and rural households, and in female-headed households, coinciding with higher food insecurity rates. This confirms the origin of the problem in social inequities. Nutrition programs should use the available information and create new databases to focus on the most vulnerable groups. More intensified actions to improve the situation in rural areas and female headed households should be considered. That would improve the effectiveness in the fight against chronic undernutrition.

The high percentage of school-aged children overweight in Tunja (17.6%) was a main finding in our study. In private schools more than a fourth of the children were overweight. Overnutrition was mainly related with a higher socio-economic status. However, the prevalence was also high in public schools (13.9%). These figures show that overweight is a new public health problem in Tunja. It is therefore imperative to develop measures to curb this growing trend. Measures to increase physical activity among the scholars and an

intensive nutritional education would be advisable. These measures should be implemented in private educational institutions too.

For the development of the nutrition interventions the experience in countries more advanced in the nutritional transition, such as Chile or Brazil, should not be overlooked. In 2001, Uauy et al. warned about the potential of the supplementary feeding programs to increase obesity trends, as well as the difficulties that these programs present to eradicate undernutrition (1). To overcome these obstacles they recommended a better targeting of program beneficiaries and a careful selection of the supplementary food.

A better targeting in nutrition interventions in Tunja could be achieved by expanding the coverage of the SISBEN. In our study SISBEN level was associated with nutritional indicators and food insecurity, but it was not a powerful tool because only 38% of the children in our sample were registered in SISBEN. The increase in SISBEN coverage would mean a considerable economic investment and cannot be easily carried out, but it would be a step towards a better allocation of the resources for social policies.

Food security scales can be a good tool to assess the socio-economic situation of the household as a risk factor for malnutrition. Many studies have addressed this issue in order to obtain data for guiding government interventions. Lorenzana and Sanjur (14, 15) adapted the hunger index developed in the US by the Food Security Measurement Project (16-19) to the Spanish language and validated it in poor Venezuelan households. Álvarez et al. (20) validated the new scale for Colombian households in Antioquia department and named it the Colombian Household Food Security Scale (CHFSS). In subsequent studies carried out in Antioquia in households of children participating in the government nutrition program the level of food insecurity was 51.7% (9, 21, 22). In all these studies the CHFSS has proven to be a useful tool at a population level. Isanaka et al. (23) conducted a survey in Bogotá among low-middle income households using a 16 item questionnaire and demonstrated a prevalence of food insecurity around 76% in this urban population. The Latin-American and Caribbean household food security scale (ELCSA) has also been validated for Colombia in several studies. Lamentably, all these studies are hardly comparable as they have used different scales. Although the CHFSS has been used several times, this has been in different

population subgroups, with a different time frame and with several evaluation criteria. To obtain a comparable food security assessment tool it would be necessary to agree on a standardized scale used in a common time frame, and the use of a unified classification of the degree of food insecurity for the interpretation of the results (24). The ENSIN 2010 has developed a new tool by combining the CHFSS with the ELCSA. Further analyses have to determine which scale has better association to socioeconomic characteristics and nutritional status.

It is essential to establish appropriate evaluations to tailor the nutrition programs to the real needs of the population. Monitoring the nutritional status of the school children with regular nutritional surveys will allow a better targeting of undernutrition interventions, as well as the control of overweight and obesity for the prevention of its dangerous consequences. In our study the degree of response in public and private schools was around 40%, which is comparable with other studies. Nevertheless, our results are only cross-sectional data which can serve as baseline for future evaluations of the impact of government nutrition programs on the nutritional status of the children. The strength of the study is the comprehensive demonstration of variations in body measurements especially in association to the food security scale. The data are comparable with the nationwide ENSIN 2010. The simplicity of the methodology and the accessibility of the children in the educational institutions provide with little invest an important contribution for the decision making. This could be applicable in many other similar settings.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to acknowledge the collaborating institutions in Tunja: the municipal secretary of education; the SISBEN secretary; and all the participant educational institutions' students and workers. Thanks to the ICBF for the information about the ENSIN 2010.

We would like to thank the German Academic Exchange Service (DAAD) and "La Caixa" Foundation for the studentship that allowed this research.

REFERENCES

1. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity trends in Latin America: transiting from under- to overweight. *J Nutr.* 2001;131(3):893S-899S.
2. Kain J, Vio F, Albala C. Obesity trends and determinant factors in Latin America. *Cad. Saúde Pública* 2003; 19(Suppl1):S77- 86.
3. PAHO/WHO. Salud en las Américas, volumen II– Países: Colombia, 2007. Available from: <http://www.paho.org/hia/archivosvol2/paisesesp/Colombia%20Spanish.pdf>
4. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). National Survey of the Nutritional Status in Colombia, 2005 (Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia, ENSIN 2005). 2006. [document on the Internet] Bogotá [Accessed: 15 July 2010] Available from: <http://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/pdf/1ENSINLIBROCOMPLETO.pdf>
5. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). National Survey of the Nutritional Status in Colombia, 2010 (Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia, ENSIN 2010) [document on the Internet] Bogotá. 2011. [Accessed: 23 August 2011] Available from: <https://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/php/03.030811.html>
6. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Censo general 2005. Libro del Censo. 2006. Available at: http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=307&Itemid=124 [Accessed 25 July 2011]
7. Castillo-Silva JH, Manrique-Abril FG. Situación nutricional de los niños de 0 a 10 años, en los municipios de Tunja y Duitama 2003. Tunja: UPTC Ediciones. 2005.
8. Castañeda T. Targeting Social Spending to the Poor With Proxy – Means Testing: Colombia's SISBEN System. Social Protection Discussion Paper Series No. 0529. 2005. Washington, DC: World Bank
9. Hackett M, Melgar-Quinonez H, Uribe MC. Internal validity of a household food security scale is consistent among diverse populations participating in a food supplement program in Colombia. *BMC Public Health.* 2008;8:175
10. WHO Anthroplus for personal computers manual. WHO. 2009. Available on: http://www.who.int/growthref/tools/who_anthroplus_manual.pdf
11. Ortiz-Moncada R, Ruiz-Cantero MT, Alvarez-Dardet C. Nutritional policy and its framework in Colombia. *Rev Salud Publica (Bogota)*; 2006 Jan-Apr;8(1):1-13.
12. Gobernación de Boyacá. Ficha técnica del plan P.A.P.A. 2009. [homepage on the Internet]. Tunja Available from: http://www.boyaca.gov.co/index.php?id_categoria=6652 [Accessed: 10 July 2010]
13. Cuervo-Arias CB. Assessment of the impact of the public policy developed by education-health in the city of Tunja, focused in infants, during the years 2004-2007. MSc [Thesis]. Chía: Universidad de la Sabana; 2009.

14. Lorenzana PA, Sanjur D. Abbreviated measures of food sufficiency validly estimate the security level of poor households: Measuring household food security. *J Nutr.* 1999;129:687-692
15. Albert PL, Sanjur D. The adaptation and validation of the food security scale in a community of Caracas, Venezuela. *Arch Latinoam Nutr.* 2000;50(4):334-340
16. Radimer KL, Olson CM, Campbell CC. Development of indicators to assess hunger. *J Nutr.* 1990;120(Suppl):1544S-1548S.
17. Anderson SA. Core indicators of nutritional status for difficult to sample populations. *J. Nutr.* 1990;120 (Suppl. 11): 1557 -1600
18. Wehler CA, Scott RI, Anderson JJ. The Community Childhood Hunger Identification Project: a model of domestic hunger-demonstration project in Seattle, Washington, *J Nutr Educ* 1992;24 (Suppl 1) , pp. 29S-35S
19. Hamilton WL, Cook J, Thompson WW, Buron LF, Frongillo EA, Olson CM, Wehler CA. Household food security in the United States in 1995. Summary report of the food security measurement project. Washington, DC, United States Department of Agriculture. 1997.
20. Álvarez MC, Estrada A, Montoya EC, Melgar-Quiñónez H. Validation of a household food security scale in Antioquia, Colombia. *Salud Publica Mex.* 2006;48:474-481
21. Hackett M, Melgar-Quiñónez H, Álvarez MC. Household food insecurity associated with stunting and underweight among preschool children in Antioquia, Colombia. *Rev Panam Salud Publica.* 2009;25(6):506-10
22. Hackett M, Melgar-Quiñónez H, Taylor CA, Alvarez Uribe MC. Factors associated with household food security of participants of the MANA food supplement program in Colombia. *Arch Latinoam Nutr.* 2010;60(1):42-7
23. Isanaka S, Mora-Plazas M, Lopez-Arana S, Baylin A, Villamor E. Food insecurity is highly prevalent and predicts underweight but not overweight in adults and school children from Bogotá, Colombia. *J Nutr.* 2007;137(12):2747-55.
24. Kennedy E. FAO. Measurement and Assessment of Food Deprivation and Undernutrition. Keynote Paper: Qualitative measures of food insecurity and hunger. 2003. Available at: <http://www.fao.org/docrep/005/Y4249E/y4249e0c.htm> [Accessed 24 June 2011]

Recibido: 14-03-2012

Aceptado: 17-07-2012

Evaluación de diez especies de pescado para su inclusión como parte de la dieta renal, por su contenido de proteína, fósforo y ácidos grasos.

María Isabel Castro-González, Ana Gabriela Maafs-Rodríguez, Fernando Pérez-Gil Romo.

Departamento de Nutrición Animal. Dirección de Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México, D.F., México.

RESUMEN. Debido a la complejidad de la enfermedad renal, su tratamiento nutricional es complicado y muchos alimentos se encuentran restringidos, entre ellos el pescado, por su contenido de fósforo. El objetivo del presente estudio fue cuantificar en el filete de diez especies de pescado, de consumo cotidiano en México: (*Cyprinus carpio carpio*, *Ophichthus rex*, *Symphurus elongatus*, *Eucinostomus entomelas*, *Chirostoma patzcuaro*, *Bairdiella chrysoura*, *Salmo salar*, *Oreochromis urolepis hornorum*, *Sphyaena guachancho*, *Istiophorus albicans*), el contenido de fósforo (P), proteína (Pr), colesterol, sodio, potasio, vitaminas D3 y E y ácidos grasos n-3 (EPA+DHA); para identificar, aquellos pescados que podrían ser incluidos en la dieta renal. Los análisis se realizaron de acuerdo a las técnicas del AOAC. Con los resultados se calcularon las relaciones entre los nutrientes benéficos (EPA+DHA, vitaminas) y limitantes (Pr, P, colesterol). Los valores de proteína variaron entre 16.5 y 33.5g/100g de filete; el pescado con mayor contenido de fósforo fue *Salmo salar* y con menor *Symphurus elongatus*. La cantidad de EPA+DHA varió desde 79.64mg/100g hasta 1,381.53mg/100g. Tomando en cuenta la relación P/g de Pr recomendada para pacientes renales, todas las especies analizadas exceptuando *Salmo salar*, *Ophichthus rex* y *Istiophorus albicans* pueden ser incluidas en la dieta dependiendo de la etapa de la enfermedad. Considerando la relación entre P/EPA+DHA, las especies recomendadas para el paciente renal son *Symphurus elongatus*, *Bairdiella chrysoura*, y *Sphyaena guachancho*.

Palabras clave: Pescado, dieta renal, ácidos grasos n-3 EPA+DHA, proteína, fósforo.

SUMMARY. Evaluation of ten fish species to be included as part of renal diet, due to their protein, phosphorus and fatty acids content. Because renal disease is highly complex, its nutritional treatment is complicated and many foods are restricted, including fish because its phosphorus content. The aim of the present study was to analyze ten fillet fish species, commonly consumed in Mexico (*Cyprinus carpio carpio*, *Ophichthus rex*, *Symphurus elongatus*, *Eucinostomus entomelas*, *Chirostoma patzcuaro*, *Bairdiella chrysoura*, *Salmo salar*, *Oreochromis urolepis hornorum*, *Sphyaena guachancho*, *Istiophorus albicans*), to determine their phosphorus (P), protein (Pr), cholesterol, sodium, potassium, vitamins D3 and E, and n-3 PUFA (EPA+DHA) according to the AOAC techniques, in order to identify which species could be included in renal diet; particularly because of their risk:benefit relations (calculated with those results). Protein values ranged from 16.5 to 33.5g/100g of fillet; the specie with the highest phosphorus contest was *Salmo salar*, and with the lowest, *Symphurus elongatus*. EPA+DHA quantity ranged from 79.64mg/100g to 1,381.53mg/100g. Considering de P/Pr relation recommended to renal patients, all analyzed species (except *Salmo salar*, *Ophichthus rex* and *Istiophorus albicans*) could be included in their diet. As for the P/EPA+DHA relation, the species most recommended to renal patients are *Symphurus elongatus*, *Bairdiella chrysoura* and *Sphyaena guachancho*.

Key words: Fish, renal diet, fatty acids n-3 EPA+DHA, protein, phosphorus.

INTRODUCCIÓN

En el tratamiento de las enfermedades renales es necesario el manejo médico y nutricional, por el gran impacto que tienen sobre la calidad de vida del paciente, ya que la mayoría de ellos presentan desnutrición energético-proteica al inicio de la terapia

sustitutiva (diálisis) (1). Por lo tanto, existen varias recomendaciones nutricionales para el tratamiento de diversas patologías renales; entre las más conocidas están las de la Fundación Nacional del Riñón de los Estados Unidos (National Kidney Foundation) (Tabla 1 (2)). La literatura sugiere que una buena terapia nutricional es esencial para tratar y disminuir las comor-

bilidades asociadas a la enfermedad renal, tales como desnutrición, factores de riesgo cardiovasculares y retraso de la progresión del daño renal (1).

Normalmente, en el manejo nutricional de las enfermedades renales se prescribe una restricción de proteína, fósforo y potasio, la cual debe ser individualizada, tomando en cuenta las condiciones físicas e indicadores clínicos de cada paciente (Tabla 1). Debido a lo anterior, la proteína más recomendada en la dieta del paciente renal es aquella de alto valor biológico. Este tipo de proteína se encuentra en los alimentos de origen animal, entre los cuales, el pescado es considerado como un alimento con proteína de alto valor biológico pero con alto contenido de fósforo en muchas de sus especies (>160 mg/porción de 85g o 3 oz.) (3-6). Algunos estudios han demostrado que existen especies de pescado que por su bajo contenido de fósforo (<110mg/porción) pueden incluirse en la dieta renal (3,4,7).

El pescado, además de proporcionar proteína de alto valor biológico, es la principal fuente alimenticia de los ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AG n-3): ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico, conocidos por sus siglas en inglés como EPA y DHA (8,9). Estos AG n-3 son importantes antiinflamatorios, debido a que desplazan en el metabolismo al ácido araquidónico, un potente pro-inflamatorio. Los procesos inflamatorios son en parte responsables de la hipoalbuminemia, prurito, resistencia a la eritropoyetina, nefropatía por inmunoglobulina A y nefritis lúpica (10). El uso de los AG n-3 ha recibido mucha atención en los últimos años debido a sus posibles aplicaciones terapéuticas renales, tales como: retraso de la progresión

de la enfermedad, mejora de la hipertrigliceridemia, disminución de la enfermedad cardiovascular, trombosis y aumento de niveles de albúmina (10,11).

Existen pocos estudios epidemiológicos que traten sobre la incidencia y prevalencia de las enfermedades renales en América latina, particularmente en las primeras etapas de la Insuficiencia Renal Crónica (IRC). En Argentina la prevalencia de pacientes que se encuentran en tratamiento de diálisis, aumenta alrededor de 6 – 8% cada año, lo que significa que más de 24,000 pacientes se encuentran en este tipo de terapia (12). Esta cifra es alarmante si se considera que por cada paciente en terapia sustitutiva hay aproximadamente 100 pacientes con los primeros estadios de IRC (12). En Colombia se estima que aproximadamente el 12% de la población padece alguna enfermedad renal, cifra que tiene un gran impacto social y económico en las familias involucradas y en el sector salud de cada país (13).

Siendo la enfermedad renal, al igual que sus complicaciones, un problema de salud pública, es importante establecer estrategias eficaces de prevención y manejo de dichas patologías (13), que abarquen tanto aspectos médicos como nutricionales. Es por esto, que el objetivo del presente estudio fue analizar, evaluar e identificar de entre 10 especies de pescado, de consumo cotidiano en México, aquellas que podrían incluirse en la dieta del paciente renal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó la porción comestible (filetes sin espinas) de 10 especies de pescado de consumo cotidiano

TABLA 1 Requerimientos nutricionales en patologías renales.

Patología	Proteína	Potasio	Sodio	Fósforo	Líquido
Insuficiencia renal aguda	1.2-1.3g/kg PCI 50%AVB	2g/día	< 2.4g/día	Según necesidad	Pérdidas + 500ml
Deterioro de la función renal	0.6 – 1g/kg PCI	Ad libitum	2–3g/día	0.8-1.2g/día	Ad libitum
Hemodiálisis	1.2g/kg PCI 50%AVB	2–3g/día	2–3g/día	0.8-1.2g/día	1000ml/día + excreción
Diálisis peritoneal	1.2-1.3g/kg PCI 50%AVB	3–4g/día	2–4g/día	0.8-1.2g/día	2000ml/día + excreción
Transplante (4-6 semanas)	1.3–2g/kg PCI	Variable	Variable	1.2g/día	Ad libitum
Transplante (> 6 semanas)	1g/kg PCI	Variable	Variable	1.2mg/día	Ad libitum

AVB = Alto Valor Biológico PCI = Peso Corporal Ideal

Fuente: (2)

en México. En la Tabla 2 se presenta el nombre científico de cada especie; así como, los nombres comunes con que se conoce en algunos países de América latina y España (14).

Las muestras se obtuvieron del Mercado de Pescados y Mariscos “La Nueva Viga” en la Ciudad de México; este es el mercado de productos pesqueros más grande de Latinoamérica (7). De cada especie se obtuvieron diversos ejemplares para alcanzar un mínimo de 15 pescados de cada una, los cuales se filetearon para obtener la porción comestible equivalente a filete sin espinas crudo. Los filetes se molieron y homogeneizaron para posteriormente obtener al azar 100 g para llevar a cabo los análisis químicos por triplicado (7).

Los análisis de proteína se llevaron a cabo de acuerdo al método descrito por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos, conocida por sus siglas en inglés como AOAC (método: 976.04/920.05/977.14), (15). Para la proteína se utilizó un equipo automático (Kjeltec 1035, Tecator, Höganäs, Suecia); para el análisis del contenido de fósforo se siguió el método N968.08(b) de la AOAC, con un espectrofotómetro marca Beckman, modelo Du70; El sodio y el potasio fueron digeridos en un sistema de microondas con un horno PerkinElmer/Anton-Parr Multiwave 3000 y

analizados mediante espectrofotometría de absorción atómica en un equipo PerkinElmer, modelo AAnalyst 800, según métodos 976.25 y 965.17 de la AOAC, respectivamente (15).

Se cuantificaron las vitaminas D3 y E, utilizando un HPLC de acuerdo con los métodos propuestos por Keller (16). El contenido lipídico (lípidos totales) se llevó a cabo con una extracción con solventes orgánicos, mientras que los ácidos grasos n-3 se identificaron por cromatografía de gases (7). Para la determinación de colesterol se utilizó la técnica descrita por la AOAC (15). Se presenta la media de tres repeticiones; y los resultados de los nutrimentos analizados se agruparon en tablas descriptivas (Tablas 3 y 4). Posteriormente, se calculó la relación existente entre los nutrimentos benéficos y los limitantes por gramo de proteína y mg de fósforo (Tabla 5).

RESULTADOS

De aquí en adelante y para fines prácticos se utilizan los nombres comunes de los pescados en México (Tabla 2).

En las Tablas 3 y 4 se presentan los nutrimentos de las especies de pescado analizadas. La proteína (Pr)

TABLA 2.

Nombres científico y comunes de 10 especies de pescado evaluadas para su incorporación en la dieta renal.

Nombre científico	Nombre común en inglés	Nombre común en México	Nombres comunes en América Latina
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Common carp	Carpa	Carpa común, Carpa germana, Carpa de espejos
<i>Ophichthus rex</i>	King snake eel	Lairón	Keoghfish, Snake eel
<i>Symphurus elongatus</i>	Elongate tonguefish	Lengua	Suela, Hojita
<i>Eucinostomus entomelas</i>	Dark-spot mojarra	Mojarra de Nayarit	Mojarra mancha negra
<i>Chirostoma patzcuaro</i>	Patzcuaro silverside	Pinto	Charal pinto
<i>Bairdiella chrysoura</i>	Silver perch	Ronco amarillo	Corvina Curvinata, Corvineta ruyo Ronco basto
<i>Salmo salar</i>	Atlantic salmon	Salmón chileno	Salmón del Atlántico, S. plateado, S. encerrado
<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>	Wami tilapia	Tilapia	Tilapia de Zanzibar
<i>Sphyrnaea guachancho</i>	Guachanche barracuda	Tolete	Barracuda, Guaranche, Bicuda, Coroma, Secoye
<i>Istiophorus albicans</i>	Atlantic sailfish	Vela	Abanico, Agulhao bandeira, Guebo, Palagar

Fuente: (14)

TABLA 3.

Nutrimentos limitantes para pacientes renales presentes en filetes sin espinas de 10 especies de pescado.

Nombre	Proteína (g/100 g)	Fósforo (mg/100 g)	Potasio (mg/100g)	Sodio (mg/100g)
Carpa	19.60 ± 0.11	154.02 ± 0.06	259.38 ± 1.53	72.70 ± 1.33
Lairón	16.60 ± 0.04	184.61 ± 0.61	235.00 ± 0.70	66.00 ± 0.50
Lengua	19.60 ± 0.11	80.67 ± 3.06	359.42 ± 6.58	89.49 ± 0.42
Mojarra de Nayarit	19.00 ± 0.05	110.98 ± 1.00	180.08 ± 1.56	31.59 ± 0.52
Pinto	18.70 ± 0.23	155.12 ± 0.17	239.24 ± 0.36	75.61 ± 0.26
Ronco amarillo	33.50 ± 0.36	160.90 ± 0.90	236.70 ± 0.80	82.10 ± 0.50
Salmón chileno	25.50 ± 0.05	226.32 ± 0.11	340.63 ± 2.54	82.55 ± 0.40
Tilapia	17.00 ± 0.03	126.40 ± 0.93	280.47 ± 4.61	29.58 ± 0.44
Tolete	18.20 ± 0.18	95.10 ± 0.53	311.86 ± 6.19	85.73 ± 1.57
Vela	16.50 ± 0.32	193.27 ± 0.39	312.88 ± 2.66	97.27 ± 1.17

TABLA 4.

Clasificación de las especies de pescado por su contenido de grasa en carne y fracción lipídica.

Clasificación de la carne*	Nombre en español	Lípidos Totales (g/100g)	EPA+DHA (mg/100g)	Vitamina D ₃ (UI/100g)	Vitamina E (µg/100g)	Colesterol (mg/100g)
Contenido medio de grasa (4-8% de grasa)	Salmón chileno	5.21 ± 0.01	1381.53 ± 50.98	333.00 ± 2.83	544.50 ± 3.54	63.85 ± 0.49
	Carpa	4.63 ± 0.00	84.75 ± 3.45	473.00 ± 2.83	888.00 ± 1.41	77.65 ± 0.21
	Tilapia	1.95 ± 0.00	82.75 ± 16.17	381.00 ± 1.41	631.50 ± 2.12	55.40 ± 0.42
	Ronco amarillo	1.52 ± 0.00	506.50 ± 63.10	317.00 ± 1.41	453.00 ± 2.83	53.25 ± 0.49
	Tolete	1.44 ± 0.00	179.39 ± 59.04	511.00 ± 1.41	686.50 ± 2.12	58.20 ± 0.85
Magro (<2% de grasa)	Lengua	1.17 ± 0.00	235.32 ± 25.18	211.00 ± 1.41	286.50 ± 2.12	63.60 ± 0.14
	Vela	0.98 ± 0.00	103.96 ± 3.18	360.50 ± 4.95	616.50 ± 2.12	55.50 ± 0.14
	Lairón	0.95 ± 0.00	108.19 ± 2.80	183.00 ± 2.83	364.00 ± 2.83	55.65 ± 0.21
	Pinto	0.95 ± 0.00	142.98 ± 14.23	313.00 ± 2.83	416.50 ± 0.71	75.65 ± 0.21
	Mojarra de Nayarit	0.93 ± 0.00	79.64 ± 1.26	147.00 ± 2.83	331.50 ± 2.12	45.10 ± 0.57

*Fuente: (17)

se cuantificó en un intervalo desde 16.5g/100g de filete (Vela) hasta 33.5g/100g de filete (Ronco amarillo); el 80% de las especies presentó menos de 20g Pr/100g de filete. El pescado con menor contenido de fósforo (P) fue Lengua (80.67 mg/100g de filete); mientras que únicamente el Salmón chileno presentó un contenido de P mayor a 200 mg/100g de filete (226.32mg/100g), lo cual lo clasificaría como un alimento con alto contenido de fósforo (>160 mg/porción de 85g) (3). Cuatro especies de pescado reportaron un contenido de P menor a 150mg/100g de filete, lo que las clasifica como bajas en fósforo (3). El contenido

de potasio (K) se encontró en un intervalo desde 180.08 mg/100g (Mojarra de Nayarit) hasta 359.42 mg/100g (Lengua); el 40% de las especies presentó valores de K mayores a 300mg/100g. Considerando el contenido de sodio (Na) de las especies analizadas, todas presentaron valores bajos; Tilapia fue la que menor contenido reportó, con tan sólo 29.58 mg/100g, mientras que en Vela se encontró la mayor concentración (97.27mg/100g). Todas las especies aportan menos del 5.6% de la cantidad recomendada de Na (Tabla 1).

Tomando en cuenta el contenido total de lípidos

TABLA 5
Relaciones de nutrimentos limitantes y benéficos para pacientes renales en 10 especies de pescados.

Nombre	mg P/ mg	mg	mg P	mg	UI vit	µgVit E	µgVitE	UI Vit
	EPA+ DHA	EPA+ DHA/g Pr	/g Pr	colesterol /gPr	D ₃ /g Pr	/g Pr	/mgEPA+ DHA	D ₃ /mg EPA+DHA
Carpa	1.81	4.32	7.85	3.96	24.13	45.30	10.47	5.58
Lairón	1.70	6.51	11.12	3.35	11.02	21.92	3.36	1.69
Lengua	0.34	12.00	4.11	3.24	10.76	14.61	1.21	0.89
Mojarra de Nayarit	1.39	4.19	5.84	2.37	7.73	17.44	4.16	1.84
Pinto	1.08	7.64	8.29	4.04	16.73	22.27	2.91	2.18
Ronco amarillo	0.31	15.11	4.80	1.58	10.53	14.56	0.89	0.62
Salmón chileno	0.16	54.17	8.87	2.50	13.05	21.35	0.39	0.24
Tilapia	1.52	4.86	7.43	3.25	22.41	37.14	7.63	4.60
Tolete	0.53	9.85	5.22	3.19	28.07	37.71	3.82	2.84
Vela	1.85	6.30	11.71	3.36	21.84	37.36	5.93	3.46

Pr=Proteína

(Tabla 4), el 80% de las especies fueron especies magras, con un contenido de grasa menor al 2.0% (17); y únicamente dos especies (Salmón chileno y Carpa) se consideran especies con contenido medio de grasa o semigrasas, pues presentaron un contenido de grasa entre 4.0 y 8% (17). Asimismo, los pescados estudiados presentaron una gran variedad en su contenido de EPA+DHA, siendo el valor mínimo encontrado de 79.64mg/100 g de filete en Mojarra de Nayarit, y el valor máximo de 1381.53mg/100g en Salmón chileno. El 30% de las especies presentó cantidades elevadas de estos ácidos grasos (>200mg/100g); y con igual porcentaje de especies para valores por debajo de 100mg/100 g de filete.

El contenido de vitamina D₃ se presentó en un intervalo desde 147 UI/100g (Mojarra de Nayarit) hasta 511 UI/100g (Tolete). Mientras que se observó un intervalo mayor en el contenido de vitamina E, desde 286.5µg /100g (Lengua) hasta 888 µg/100g (Carpa); el 60% de las especies presentó valores entre 400 y 700 µg/100g.

En todas las especies analizadas, el colesterol presentó concentraciones por debajo de 80mg/100 g de filete, siendo Mojarra de Nayarit el pescado con el menor contenido de colesterol (45.1mg/100g).

En la tabla 5 se presenta la relación entre los nutrimentos limitantes y benéficos para pacientes renales, de las especies analizadas, donde se observa que las relaciones que pudieran tener mayor impacto en los

pacientes fueron: P/EPA+DHA, EPA+DHA/Pr y P/Pr. El 40% de las especies analizadas reportó un bajo aporte de P en relación a la cantidad de EPA+DHA. Considerando la relación entre estos ácidos grasos y la proteína, tres especies presentaron una cantidad mayor a 10mg de EPA+DHA por cada gramo de proteína (Lengua, Ronco amarillo y Salmón chileno). El contenido de P por gramo de proteína fue desde 4.11 (Lengua) hasta 11.71 (Vela).

La figura 1 representa de manera porcentual el aporte de P y EPA+DHA, a modo de poder detectar aquellas especies con un menor índice riesgo/beneficio para la dieta del paciente renal; éste índice presentó valores mayores a 1 para las siguientes seis especies: 1.39 - Mojarra Nayarit, 1.82 - Carpa, 1.47 - Tilapia, 1.86 - Vela, 1.70 - Lairón, 1.08 - Pinto. Con índices menores a 1 se encontraron: Tolete - 0.53, Lengua - 0.34, Ronco amarillo 0.33 y Salmón chileno - 0.16.

DISCUSIÓN

La discusión se llevó a cabo considerando las restricciones nutrimentales más estrictas, según la National Kidney Foundation, para Insuficiencia Renal Crónica en estadios avanzados (etapas 4 y 5). Los pescados con valores de proteína, fósforo, potasio y sodio que están dentro del intervalo de restricción más severo, serán potencialmente benéficos para pacientes con cualquier otra enfermedad renal, donde las restric-

ciones son menos severas. Por lo tanto, cuando en el presente trabajo se utilice el término Insuficiencia Renal Crónica (IRC), se hará referencia a las últimas etapas de la Insuficiencia Renal; mientras que la expresión Enfermedad Renal englobará distintas patologías del riñón.

La enfermedad renal, en cualquiera de sus variantes, es una patología muy compleja a la que se asocian numerosas comorbilidades que repercuten en el estado de salud, estado nutricional y calidad de vida del paciente (7,18). Por lo tanto, su manejo médico y nutricional debe orientarse no sólo al tratamiento del daño renal, sino también a la prevención de las complicaciones asociadas a éste. Asimismo, considerando las altas tasas de desnutrición energético-proteica que caracteriza a muchos de estos pacientes, otro de los objetivos de la terapia médica nutricional debe ser mantener un buen estado nutricional (19).

Los planes de alimentación para los pacientes renales normalmente prescriben una restricción en el aporte de proteína, la cual debe ser calculada individualmente considerando la patología y condiciones particulares de cada paciente (Tabla 1); asimismo, es importante considerar que la mayor parte de la proteína que se aporte sea de Alto Valor Biológico (AVB) (20). El pescado provee proteína en cantidad y calidad similares al compararlo con otros productos de origen animal (carne de res, pollo, cerdo) (4,21).

Tomando en cuenta la cantidad sugerida por el Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales (4), todas las especies analizadas proporcionan entre 13.2g/porción de 80g hasta 27g/porción de 80 g. (Tabla 3), correspondiente a dos equivalentes por comida en un paciente con IRC, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la cantidad sugerida debe ser personalizada de acuerdo a los requerimientos diarios y condiciones clínicas de cada paciente.

La cantidad de fósforo administrada a estos pacientes también debe ser estrechamente monitoreada, por lo que comúnmente se presenta una restricción de dicho nutriente. Se ha reportado que niveles elevados de fósforo en la sangre se asocian a los índices de mortalidad en los pacientes renales, por lo que es importante que se mantenga en el plasma entre 2.7 y 4.6mg/dL (22). El aporte de fósforo puede llegar a restringirse hasta 800 mg/día, en pacientes con insuficiencia renal crónica de estadios avanzados; para calcular la cantidad permitida, se deben considerar la patolo-

gía, los fármacos y las terapias de reemplazo a las que dichos pacientes son sometidos (22) (Tabla 1). Tomando en cuenta la clasificación de alimentos por su contenido de fósforo se asume que el 40% de los pescados corresponderían al grupo de bajos en fósforo (<110mg/porción de 85g) (Lengua, Tolete, Mojarra Nayarit y Tilapia) (3), 40% pertenecen al grupo de alimentos moderadamente altos en fósforo (110-160mg/85g) (Carpa, Pinto, Ronco amarillo y Lairón) y 20% son alimentos altos en fósforo (>160mg/85g) (Vela y Salmón chileno).

Sin embargo, debido a que las principales fuentes de proteína son alimentos de origen animal con un importante aporte de fósforo, en la dieta renal se debe considerar, no sólo la cantidad de fósforo que aportan, sino la relación fósforo:proteína de los alimentos (23). Una relación menor a 10mg P/g de proteína se sugiere como la cantidad permitida en el tratamiento nutricional, para asegurar un adecuado aporte de ambos nutrientes y prevenir el riesgo de desnutrición (23). De las especies analizadas, dos tienen una relación por encima de lo recomendado (Lairón y Vela) (Tabla 5), sin embargo y aunque el Salmón chileno presentó valores de 8.87mg de P/g de proteína, se deberá tomar en cuenta su elevada cantidad de fósforo, como se menciona en el párrafo anterior; el resto de las especies podría formar parte de la alimentación de los pacientes renales.

El sodio y el potasio, son otros minerales que además deben ser monitoreados en los pacientes renales (20,24), debido a que la enfermedad ocasiona desequilibrios hidroelectrolíticos, además de que normalmente está acompañada de hipertensión, dislipidemia, enfermedad cardiovascular, cerebrovascular o diabetes. En pacientes que no padecen problemas hipertensivos el consumo de sodio no parece afectar la función renal (25), aunque se debe monitorear su consumo ya que normalmente sobrepasa la recomendación de <2,000mg/día (25). Sin embargo, pacientes renales que además padecen diabetes deben restringir su consumo de sodio, pues un consumo elevado de dicho mineral se ha asociado a progresión de la enfermedad e incluso a mayor mortalidad (25). De las especies analizadas, todas aportan menos de 100mg de Na en 80g de filete, lo que representa menos del 6% de la recomendación. El aporte de potasio debe ser de 2 a 3g/día para pacientes con deterioro renal (Tabla 1), y todas las especies analizadas proveen menos del 10% de la

cantidad permitida (Tabla 3).

La principal causa de mortalidad de las enfermedades renales es la alta prevalencia de enfermedad cardiovascular que afecta a los pacientes (11), pues tienen una mayor incidencia de aterosclerosis, hipertensión, dislipidemias, trombosis, eventos cardiovasculares, entre otros (24). Al respecto Foley y sus colaboradores (26), encontraron que el 75% de los pacientes renales padece anomalías cardíacas y circulatorias, pues muchos de los riesgos cardiovasculares de dichos pacientes son consecuencia del daño renal (23,26); parte fundamental del tratamiento de la enfermedad renal es prevenir este tipo de comorbilidades. El consumo cotidiano de ácidos grasos n-3 (particularmente EPA y DHA) tiene beneficios cardiovasculares (11), y efectos positivos en los lípidos sanguíneos, presión arterial y función vascular, además de que disminuye el prurito y retraso del daño renal, especialmente en la nefropatía por IgA (10,27). Siendo el pescado la principal fuente alimenticia de estos ácidos grasos (7) su consumo debe promoverse en aquellos individuos vulnerables al desarrollo de enfermedad cardiovascular, entre los que se encuentran dichos pacientes. La recomendación para el consumo de los ácidos n-3 es del 0.6-1.2% de la energía total diaria, y 10% de esta cantidad debe provenir de EPA y DHA (28), aunque la cantidad puede variar entre 1 y 8g (10). Un consumo menor a los 3g/día de EPA+DHA, es poco probable que cause alguna toxicidad en el organismo (28). Asimismo, la Sociedad Americana del Corazón (American Heart Association) recomienda cuando menos el consumo de 1g/día de EPA y DHA (28-30). Los pescados analizados proveen desde 79.64mg EPA+DHA/100g de filete (Mojarra de Nayarit) hasta 1381.00mg EPA+DHA/100g de filete (Salmón chileno), sin embargo, no se debe olvidar la cantidad elevada de fósforo presente en éste último, razón por la cual a pesar de su elevado contenido de éstos ácidos grasos, su consumo no se recomienda; el Ronco amarillo aporta más del 50% de la recomendación diaria de EPA+DHA en un filete de 100g (Tabla 4); el 40% de las especies aportan entre el 10 y 20% de la recomendación, 30% aportan menos del 10% y una de las especies aporta por 100g de filete más del 23% de lo recomendado (Lengua).

De acuerdo a la clasificación de Kocatepe y cols. (31), Ronco amarillo, Lengua y Salmón chileno se consideran excelentes fuentes alimenticias de EPA+DHA

(>210mg/100g) para la población en general, y dos especies (Pinto y Tolete) son buenas fuentes de estos ácidos grasos (>120mg/100g de filete), sin embargo, para pacientes renales el salmón no es recomendable por su contenido de fósforo y potasio (Tabla 3).

Los pacientes con enfermedad renal están en riesgo de desarrollar deficiencias de otros micronutrientes como las vitaminas, por lo que éstas no deben olvidarse en su tratamiento nutricional (32). La deficiencia de vitamina E y D₃ en los pacientes renales no es tan común como la de otros micronutrientes. En el caso de la vitamina E, se ha reportado que sus niveles plasmáticos disminuyen durante la hemodiálisis y diálisis peritoneal ambulatoria crónica (32), por lo que se debe vigilar su adecuado aporte en la alimentación. No existe una recomendación de ingesta de las vitaminas E ni D₃ para los pacientes renales, pero la ingesta máxima superior actual de vitamina E es de hasta 4 mg/día (30,32). De los pescados estudiados, ninguno es una fuente rica de dicho nutriente (Tabla 4), con valores desde 229.2 hasta 710.4 µg/80 g de filete. En cuanto a la vitamina D₃, los pacientes renales no están en riesgo de desarrollar deficiencia o toxicidad de dicho micronutriente (32) y la ingesta recomendada es de 400UI/día (33). Las especies estudiadas aportan desde 117.6 (Mojarra de Nayarit) hasta 408.8 (Tolete) UI/en 80g, lo que representa desde 29.4% hasta 102.2% de la recomendación diaria.

La relación entre los nutrientes benéficos y limitantes de los pescados analizados (Tabla 5), permite determinar cuáles son las especies más recomendadas para los pacientes renales con la restricción más estricta. Los pescados recomendados con una relación <10mg de fósforo/g proteína son: Carpa, Lengua, Mojarra, Ronco Amarillo, Tilapia y Tolete, de los cuales los más ricos en ácidos grasos omega 3 (> 210mg/100g como fuente excelente) son: Ronco amarillo, Tolete y Lengua y como fuente buena >120mg/100 es el Pinto. En relación al contenido de EPA+DHA por gramo de proteína los más recomendados son: Lengua y Ronco amarillo.

Considerando el aporte de EPA+DHA de las especies y la cantidad de fósforo que contienen (Tabla 5), el 40% de los pescados presentados se podría recomendar para dichos pacientes (Tolete, Lengua, Pinto y Ronco amarillo), por su relación P/EPA+DHA < a 1.2. De acuerdo a su clasificación las especies recomendadas son magras (Tabla 4). De igual modo, estas

misma especie son las que más EPA+DHA aportaron en relación a su contenido de proteína (Tabla 5), y su consumo cotidiano en pacientes renales no implicaría riesgos para su salud. En esta recomendación se excluye al Salmón como recomendable ya que los valores de fósforo encontrados en el presente trabajo para este pescado fueron los más elevados (226mg/100g), además si tomamos en cuenta lo informado por otros autores, la concentración de fósforo podría ser aún mayor (desde 283 hasta 361mg/100g), además de contener valores de potasio elevados de hasta 371mg/100g (34, 35).

La Figura 1 representa gráficamente el contenido porcentual de los dos nutrimentos que podrían suponer un riesgo/beneficio del consumo de pescados para los pacientes renales: fósforo/EPA+DHA. A excepción del Salmón chileno, como ya se mencionó, se podría recomendar con mayor margen de seguridad para pacientes renales el consumo de Pinto, Tolete, Lengua y Ronco amarillo, pues aportan, un menor riesgo por su menor concentración de fósforo y un mayor beneficio por ser una fuente natural de ácidos grasos n-3 (>120 mg EPA+DHA/100g). Estas cuatro especies tuvieron un coeficiente P/EPA+DHA de 1.08, 0.53, 0.34 y 0.31, respectivamente (Tabla 5). El resto de las especies en la Figura 1 presentó coeficientes superiores a 1.39. Esta representación gráfica se presenta con el objetivo de tener una visión general de dos grupos de nutrimentos importantes en la dieta renal, sin embargo, dado el impacto que la concentración de fósforo tiene en la progresión del daño renal, no se debe perder de vista que

aunque un pescado pareciera ser el mejor, como en el caso del Salmón chileno, su riesgo se enmascara por la alta concentración de sus ácidos grasos n-3.

Sin embargo, debido a la gran variedad en la concentración de los nutrimentos de los pescados, todos podrían aportar algún beneficio a los pacientes con Enfermedad Renal Crónica, de acuerdo a la patología y comorbilidades que presenten; por ejemplo, en aquellos pacientes sometidos a terapia sustitutiva (diálisis), cuyos requerimientos de ciertos nutrimentos (proteína, fósforo, energía, Na, Fe, Ca, etc.) se encuentran elevados, el incluir aquellas especies de pescado con un mayor contenido de fósforo, podría ser viable de formar parte de su dieta. Es importante que todos los planes de alimentación sean calculados de manera individualizada y deben ser el resultado de evaluaciones del estado de salud y nutrimental de cada paciente; asimismo, no se debe olvidar que además de las grandes variaciones existentes entre especies de pescado, su aporte nutrimental puede variar de acuerdo a la estación y a la región geográfica de la especie (33).

Debido a la gran variedad de nombres con que se conoce una misma especie en diferentes lugares del mundo (Tabla 2), es importante tomar en cuenta el nombre científico al momento de seleccionar el tipo de pescado que se recomendará, ya que esta nomenclatura es universal.

En conclusión, por su bajo contenido de proteína y fósforo, los pescados más recomendables son: Lengua, Mojarra de Nayarit y Tolete. Para pacientes con riesgo de comorbilidades cardiovasculares se recomienda el

consumo cotidiano de Ronco amarillo, Tolete y Lengua por su bajo índice P/EPA+DHA, debido a que todo paciente renal tiene un alto riesgo cardiovascular, ya que la enfermedad renal crónica genera importante daño endotelial y en consecuencia cardiovascular, aumentando de manera importante la morbimortalidad cardíaca. Para pacientes renales con menor riesgo cardiovascular se sugiere incluir especies como las antes mencionadas además de

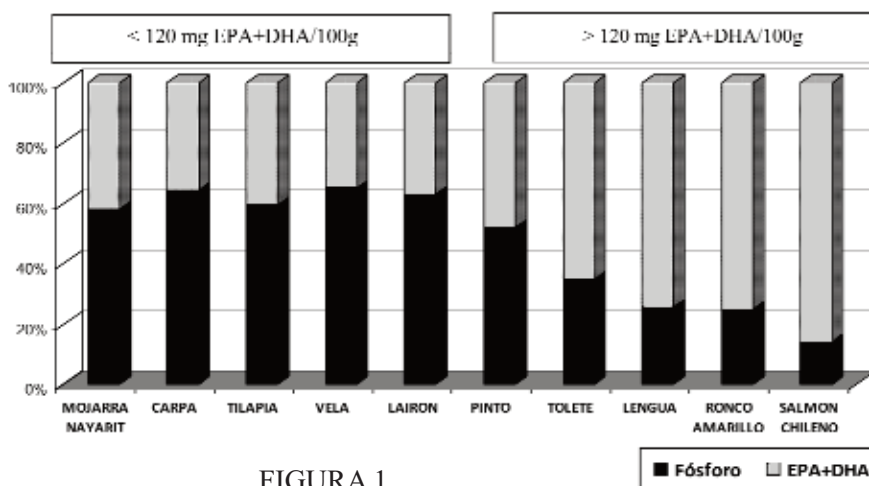


FIGURA 1.

Contenido porcentual de fósforo y EPA+DHA en 10 especies de pescados evaluados para la dieta renal.

Pinto, Tilapia y Mojarra de Nayarit, por su buena cantidad de EPA+DHA en relación a su proteína y su bajo contenido de fósforo. Finalmente, Salmón chileno, Lairón y Vela estarían contraindicados para pacientes renales por su elevado contenido de fósforo en relación a la proteína que aportan.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Jorge Toral Peña, administrador del Centro de Abasto de Pescados y Mariscos La Nueva Vega, en la Ciudad de México, su contribución con todas las especies analizadas. Y a Sara Montaña, por el análisis de colesterol y vitaminas.

REFERENCIAS

1. Chauveau P. Nutritional Intervention in Chronic Kidney Disease. *J Renal Nut.* 2009; 19(5):S1-S2.
2. Wilkens KG, Juneja V. Terapia nutricional médica en trastornos renales. En: Mahan, L.K., Escott-Stump. S. Editores. *Krause Dietoterapia*. 12a ed. España: Elsevier Masson; 2009. p. 921 – 958.
3. Nephrology Physicians LLC. Food Lists: Phosphorus. [Internet]. [citado 15 de junio de 2012]. Disponible en: www.nephinic.com/food_lists.asp.
4. Pérez AB, Palacios B. Sistema de Alimentos Equivalentes para Pacientes Renales. México: Fomento de Nutrición y Salud; 2009.
5. DaVita Inc. Bringing Quality to Life. [Internet]. [citado 21 de marzo de 2012]. Disponible en: <http://www.davita.com>.
6. Baxter International Inc. Renalinfo: Your source for information on kidney disease. [Internet]. [citado 21 de marzo de 2012]. Disponible en: http://spain.renalinfo.com/su_salud/planificarlo_dieta_8.html.
7. Castro-González MI, Miranda-Becerra D. El pescado en la dieta del paciente renal: relación fósforo:ácidos grasos n-3. *Rev Invest Clin.* 2010; 62(1): 44-53.
8. Castro-González MI, Ojeda A, Silencio JL, Cassis L, Ledesma H, Pérez-Gil F. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutraceuticos. *Arch Lat Nutr.* 2004; 54(3): 328-336.
9. Castro-González MI, Ojeda VA, Montaña BS, Ledesma CE, Pérez-Gil RF. Evaluación de los ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como alimentos funcionales. *Arch Lat Nutr.* 2007; 57(1): 85-94.
10. Brookhyser J. Omega 3 Fatty Acids. *J Renal Nut.* 2006; 16(3):e7-e10.
11. Madsen T, Christensen JH, Svenson M, Witt PM, Toft E, Schmidt EB. Marine n-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Patients With End-stage Renal Failure and in Subjects Without Kidney Disease: A Comparative Study. *J Renal Nut.* 2011 ; 21(2) :169-175.
12. Inserra F. Enfermedad Renal Crónica y sus factores de riesgo en la Argentina. *Nefrología.* 2007; 27(2):118-121.
13. López-Viñas C, Jaramillo AC, Jaimes JE, Muñoz JE, Murcia B, Sánchez DC. Prevalencia de Enfermedad Renal y Entidades Asociadas: una base para la promoción de la salud en la población de Simijaca. *Revista de la Facultad de Medicina.* 2005; 10(1):63-70.
14. Nagedly R. Elsevier's Dictionary of Fishery, Processing, Fish and Shellfish names of the World. Holanda: Elsevier; 1990.
15. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Arlington, Virginia, USA: AOAC; 2005.
16. Keller HE. Determination of alpha tocopherol and Vitamin D3 in Complete Feeds, Premixes and Vitamin Concentrates with HPLC. Basel, Switzerland: Department of Vitamin Research F. Hoffmann-La Roche Ltd; 1988.
17. Nurnadia AA, Azrina A, Amin I. Proximate composition and energetic value of selected marine fish and shellfish from the West coast of Peninsular Malaysia. *Int Food Res J.* 2011; 18: 137-48.
18. Packard DP, Milton JE, Shuler LA, Short RA, Tuttle KR. Implications of chronic kidney disease for dietary treatment in cardiovascular disease. *J Renal Nut.* 2006; 16(3):259-268.
19. Burrowes JD, Russell GB, Rocco MV. Multiple Factors Affect Renal Dietitians' Use of the NKF-K/DOQI Adult Nutrition Guidelines. *J Renal Nut.* 2005; 15(4):407-426.
20. K/DOQI Nutrition Guidelines, *Am J Kidney Dis.* 2000; 35(6): Suppl 2.
21. Castro-González MI. Recursos Marinos. En: Chávez VA, Pérez-Gil RF, editores. *Composición de alimentos. Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo.* 2a. ed. Mexico: McGraw Hill; 2010.
22. National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for 2006 updates: Hemodialysis Adequacy, peritoneal dialysis adequacy and vascular access. *Am J Kidney Dis.* 2006; 48:S1-S322 (suppl 1).
23. Noori N, Sims JJ, Kopple JD, Shah A, Colman S, Shinaberger CS, et al. Organic and Inorganic Dietary Phosphorus and Its Management in Chronic Kidney Disease, *Iranian Journal of Renal Diseases.* 2010; 4(2):89-100.
24. K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Cardiovascular Disease in Dialysis Patients, *Am J Kidney Dis.* 2005; 45(4): Suppl 3.

25. Thomas MC, Moran J, Forsblom C, Harjutsalo V, Thorn L, Ahola A, et al. The Association Between Dietary Sodium Intake, ESRD, and All-cause Mortality in Patients with type 1 Diabetes, *Diabetes Care*. 2011; 34: 861 – 864.
26. Foley RN, Parfrey PS, Harnett JD, Kent GM, Martin CJ, Murray DC, et al. Clinical and echocardiographic disease in patients starting end-stage renal disease therapy. *Kidney Int*. 1995; 47: 186–92.
27. Vrablík M, Prusíková M, Snejdrlová M, Zlatohlávek L. Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease risk: do we understand the relationship? *Physiol Research*. 2009; 58: S19 – S26.
28. Lichtenstein AH, Appel LJ, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch HA, et al. Diet and Lifestyle Recommendations Revision 2006: A Scientific Statement From the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*. 2006; 114: 82 – 96.
29. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. *Circulation*. 2002; 106: 2747 – 2757.
30. Bourges H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de ingestión de Nutrimientos para la Población Mexicana. *Bases Fisiológicas*. Mexico: Editorial Médica Panamericana; 2008.
31. Kocatepe D, Turan H. Proximate and Fatty Acid Composition of Some Commercially Important Fish Species from the Sinop Region of the Black Sea. *Lipids*. 2012; 47(6): 635-641
32. Mitch WE, Klahr S. *Handbook of Nutrition and The Kidney*. United States of America: Lippincott Williams and Wilkins; 2002.
33. Ghaddar S, Saoud IP. Seasonal Changes in Phosphorus Content of Fish Tissue as They Relate to Diets of Renal Patients. *J Renal Nut*. 2012; 22(1):67-71.
34. Castro-González MI, Miranda D, Montaña S. Pescados procesados: ¿son todos recomendables para pacientes renales? *Rev. del Centro de Inv*. 2009; 8(31): 23-33.
35. Perea A, Gómez E, Mayorga Y, Trianna C. Caracterización nutricional de pascados de Producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. *Arch Lat Nutr*. 2008; 58(1):91-97.

Recibido: 15-03-2012

Aceptado: 26-06-2012

Factores dietéticos y su relación con el apetito en niños menores de dos años con desnutrición leve

Mariana Martínez Quijada, María Luisa Álvarez Gutiérrez

Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímamo. CANIA. Caracas, Venezuela

RESUMEN. La desnutrición está condicionada por una serie de factores, entre ellos los dietéticos que comprenden apetito, conductas y hábitos alimentarios, lo que planteó el siguiente objetivo: describir los factores dietéticos y su relación con el apetito en niños menores de dos años con desnutrición leve. El estudio fue correlacional, la muestra quedó constituida por todos los niños menores de dos años (n=168) con diagnóstico de desnutrición leve primaria que asistieron a la consulta del Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo, CANIA, durante el período 2000-2008. Los resultados señalaron: consumo de energía y macronutrientes inferior al requerimiento individual, consumo de hierro <85% del requerimiento según Recommended Dietary Allowances (RDA) en más del 50% de la niños; la frecuencia de consumo semanal para vegetales (57%) y misceláneos (66%) fue inadecuada; más del 60% tuvo un consumo inadecuado de fórmulas lácteas y leche completa, 9% recibió lactancia materna exclusiva durante los 6 primeros meses de vida; 64% no tuvo lugar fijo para alimentarse; en la interacción del niño con el cuidador durante las comidas más de la mitad de los niños se mostraron rebeldes y los cuidadores permisivos. La adecuación de proteínas, frecuencia de consumo de vegetales y leche completa, tipo de preparación, identificación de rechazos y preferencias, lugar y duración de las comidas, interacción del niño y del cuidador durante la alimentación tuvieron asociación significativa con el apetito; si se considera este último como una guía y se actúa para modificar los hábitos y conductas inadecuadas se generaría un impacto sobre el apetito del niño que pudiera mejorar su ingesta de alimentos y prevenir la desnutrición.

Palabras clave: Hábitos alimenticios, conducta alimentaria, apetito, desnutrición, niño.

SUMMARY. Dietary factors and their relation to appetite in children under two years with mild malnutrition.

Malnutrition is conditioned by a series of factors, among them the dietary factors, which include appetite, eating behaviors and habits. In order to assess these factors, the following objective was pursued: describe the dietary factors and their relation to appetite in children under two years of age with mild malnutrition. A correlational study was conducted. The sample consisted of all children under two years of age (n=168) diagnosed with primary (mild) malnutrition, who attended consultation at the Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo, CANIA, during the period 2000 – 2008. The results showed: intake of energy and macronutrients was lower than the individual requirement; iron intake <85% of the requirement, in accordance with the Recommended Dietary Allowances (RDA) in over 50% of the sample; weekly consumption of vegetables (57%) and miscellaneous (66%) was inadequate; inadequate intake of formula and whole milk in more than 60%; 9% were exclusively breastfed during the first six months; 64% lacked a regular eating place; in child-caregiver interaction during mealtimes, more than half of the children showed rebellious behavior and caregivers were permissive. Protein adequacy, vegetable and whole milk consumption frequency, preparation type, identification of refusals and preferences, place and duration of meals, and child-caregiver interaction at mealtimes were significantly associated with appetite; if we consider this last one as a guide and we try to modify inadequate eating behaviors and habits, we will generate an impact over the child appetite that could improve the food consumption and prevent malnutrition.

Key words: Eating habits, eating behavior, appetite, malnutrition, child.

INTRODUCCIÓN

Los hábitos de alimentación están fuertemente influenciados por el aprendizaje y las experiencias vividas, sobre todo en los primeros 5 años de vida (1); ellos surgen como un resultado de la interacción entre

la predisposición genética y los factores ambientales. Los padres proveen los genes, los cuales son los responsables de la neofobia propia de la especie que determina el rechazo por alimentos nuevos, y los factores ambientales, como la selección por parte de los padres del método utilizado para la alimentación, lo que

puede afectar las prácticas alimentarias futuras del niño (2).

Los padres y el niño durante la alimentación realizan una interacción que influye sobre la cantidad de alimentos consumidos y la frecuencia de las comidas; esta interacción viene determinada en gran parte por las actitudes de la persona cuidadora y los deseos de comer del niño (3). La interacción puede tener efectos positivos o negativos en la alimentación; por ejemplo, las prácticas de alimentación de padres que buscan controlar qué y cuánto come el niño pueden afectar la interpretación de las señales internas de hambre y saciedad de éstos (4), surgiendo así las conductas alimentarias.

De esta manera, la infancia constituye una etapa de indudable interés para la nutrición, pues supone un período de instauración y consolidación de conductas y hábitos alimentarios, además de ser una etapa de riesgo dado el incremento de las necesidades nutricionales debido al crecimiento (5). Por otro lado, el apetito se define como el conjunto de señales internas (hambre, saciedad) y externas (hábitos, conductas) que guían al individuo en la selección e ingestión de alimentos (6); es así como los hábitos, conductas alimentarias y el apetito son factores dietéticos condicionantes del estado nutricional de los niños, y tomando en cuenta que los dos primeros guían al último, el presente trabajo se planteó como objetivo describir estos factores dietéticos y su relación con el apetito en niños menores de dos años con desnutrición leve primaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo no experimental, transversal y correlacional. La muestra quedó constituida por todos los niños menores de dos años ($n=168$) con diagnóstico de desnutrición leve primaria que asistieron a la consulta del Centro de Atención Nutricional Infantil Antimano, CANIA, durante el período 2000-2008.

El diagnóstico de desnutrición leve se estableció por combinación de indicadores de dimensión global según los valores de referencia de la OMS (7) y por composición corporal según los valores de la referencia del Estudio Transversal de Caracas para los menores de 12 meses (8) y los de Frisnacho para los de edad mayor o igual a 12 meses (9). Las variables estudiadas fueron el apetito, los hábitos alimentarios y las con-

ductas alimentarias.

El apetito se consideró bueno, cuando el niño consumió todas las comidas ofrecidas y solicitó merienda por lo menos 5 días de la semana; regular, cuando el consumo de comidas fue variable y el niño necesitó estímulo para comer todas las comidas que le ofrecieron; malo, cuando el niño prefirió no comer, no respondió a estímulos y además no le gustaron, en general, las preparaciones ofrecidas.

En cuanto a los *hábitos alimentarios* se investigaron las siguientes variables:

- a) La adecuación nutricional fue adecuada cuando el porcentaje de calorías o macronutrientes se encontró entre 95%-105% del requerimiento individual y para micronutrientes (hierro, calcio, retinol y ácido fólico) entre 85%-115% (10), según las Recommended Dietary Allowances (11).
- b) La frecuencia de consumo semanal se consideró adecuada cuando el consumo de alimentos de un mismo grupo (leche, vegetales, frutas, cereales, carnes y grasas) ocurrió en 5 o más días a la semana, y en el caso de los misceláneos (bebidas gaseosas azucaradas, malta, jugos pasteurizados y chucherías) (12), fue menor o igual a 3 días (13).
- c) El tipo de preparación de los alimentos se definió como preparaciones adecuadas cuando la variedad de éstas garantizan que en un día no se repitan más de dos veces un(os) alimento(s) con el mismo tipo de preparación.
- d) La identificación de rechazos de alimentos se consideró adecuada cuando el tipo de alimento rechazado no afectó la calidad de la dieta diaria del paciente (13).
- e) La identificación de preferencias de alimentos fue adecuada cuando las preferencias no estaban relacionadas a algún misceláneo, o cuando el alimento preferido no disminuyó la ingesta de otros (13).
- f) La práctica de la lactancia materna se consideró adecuada cuando el niño recibió lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses y la mantuvo, aunque acompañada de la alimentación complementaria, hasta los 24 meses (13).
- g) El uso de fórmulas como sucedáneo de la leche materna (14) fue adecuado cuando el tipo de fórmula infantil seleccionada fue adecuada a la

edad y se utilizó porque el proceso de lactancia materna fue interrumpido por causas justificadas (13).

- h) El uso de leche completa se consideró adecuado cuando su introducción se realizó a partir de los 12 meses de edad del niño.

Con respecto a las conductas alimentarias se investigó:

- a) El lugar fue adecuado cuando la alimentación se realizó en un lugar fijo.
- b) La duración de las comidas principales se consideró adecuada cuando el niño realizó sus comidas en un período entre 30 y 40 minutos.
- c) La interacción del cuidador con el niño durante las comidas evaluó cómo fue la respuesta del cuidador, siendo clasificado como responsable cuando respondió adecuadamente a las señales de hambre y saciedad del niño, permisivo cuando el niño decidió la calidad y cantidad de alimentos que consumió y la forma en que lo hizo, y controlador cuando el cuidador decidió y ejerció el control sobre las cantidades y la calidad de los alimentos consumidos (13).
- d) La respuesta del niño a la alimentación evaluó cómo fue la respuesta del niño a las indicaciones del cuidador durante las comidas, considerando que respondió adecuadamente cuando el niño respondió a la alimentación por necesidades fisiológicas y a las indicaciones externas, apático cuando el niño no respondió ni a las indicaciones externas ni a las suyas propias, pasivo cuando el niño asumió sin oposición las indicaciones del cuidador y rebelde cuando el niño reaccionó en forma opositora a las indicaciones del cuidador (13).

La recolección de la información se hizo a través de la revisión de las historias dietéticas de consultas de primera, obtenidas a través de una entrevista directa al cuidador, realizada por nutricionistas clínicos estandarizados de acuerdo con un protocolo establecido en el Centro. Los datos recolectados fueron transcritos en una matriz de datos creada en el programa Microsoft

Excel. Las adecuaciones de consumo se calcularon a partir de los valores de las tablas de composición de alimentos ampliadas y modificadas por expertos para el Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo y según los requerimientos individuales de cada niño para energía y macronutrientes y las Recommended Dietary Allowances para micronutrientes.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS versión 9.0 (15), con el cual se determinaron las distribuciones de frecuencias y porcentuales a todas las variables. Para verificar si alguna de las variables de las conductas y los hábitos alimentarios tenía relación con el apetito se aplicó la prueba estadística no paramétrica chi cuadrado (X^2).

RESULTADOS

La muestra estudiada se caracterizó de la siguiente manera: 2% estuvo constituida por menores de 6 meses, 81% por niños entre 6 y 18 meses de edad y 17% por mayores de 18 a 24 meses. En cuanto al sexo se observó que 72% eran niñas y 28% eran varones.

Con respecto a la percepción del apetito de los niños por parte de los cuidadores, 75% lo percibieron como regular (43%) o malo (32%). La adecuación de consumo de energía, proteínas, grasas y carbohidratos fue menor del 95% de los requerimientos según edad, sexo, actividad física y diagnóstico antropométrico, con valores de 71%, 73%, 65% y 82%, respectivamente (Tabla 1). En cuanto a la adecuación de micronutrientes, se evaluaron las adecuaciones de calcio, hierro, retinol y ácido fólico; de estos resultados resaltó que 51% de los niños consumieron menos del 85% del requerimiento de hierro (Tabla 2).

La evaluación de la frecuencia de consumo semanal de los diferentes grupos de alimentos reflejó un

TABLA 1
Adecuación de energía y macronutrientes en niños menores de dos años con desnutrición leve

Adecuación (%)	< 95		95-105		> 105		Sin información	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Energía	119	70,8	14	8,3	25	14,9	10	6
Proteínas	123	73,2	15	8,9	20	11,9	10	6
Grasas	109	64,9	14	8,3	35	20,8	10	6
Carbohidratos	138	82,1	8	4,8	12	7,1	10	6

TABLA 2
Adecuación de calcio, hierro, retinol y ácido fólico en niños menores de dos años con desnutrición leve

Adecuación (%)	< 85		85-115		> 115		Sin información	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Calcio	56	33,3	26	15,5	76	45,2	10	6
Hierro	86	51,2	33	19,6	39	23,2	10	6
Retinol	39	23,2	11	6,5	105	62,5	13	7,7
Ácido fólico	41	24,4	21	12,5	93	55,4	13	7,7

consumo inadecuado de vegetales en 57% de la muestra, de 40% para frutas y de 66% para misceláneos. El 45% de los niños consumió preparaciones monótonas, 61% presentó rechazos alimentarios adecuados y 51% tuvo preferencias alimentarias adecuadas.

En cuanto a los antecedentes dietéticos 96% de los niños recibieron leche humana, de los cuales sólo 9% la recibió de manera exclusiva hasta los 6 meses de edad, 76% en forma mixta y 15% no reportó información. Por otro lado, en los niños con 18 meses de edad se encontró que el 97% ya habían realizado el cese de la lactancia materna. El uso inadecuado de fórmulas infantiles y leche completa de vaca fue de 69% y 79%, respectivamente, esto significa que la fórmula infantil utilizada no estuvo acorde a la edad del niño o se ofreció junto con la lactancia materna, y en cuanto a la leche completa la misma se introdujo antes de los 12 meses de edad.

Respecto al ambiente durante las comidas: resultó adecuada la duración de las mismas con 55% de los niños que consumieron sus alimentos en un tiempo adecuado. Por otro lado, resultó inadecuado el lugar dónde realizan las comidas con 64% de los niños que no tuvo lugar fijo para comer. La interacción del niño con el cuidador durante las comidas reflejó que 56% de los niños se mostraban rebeldes al momento de alimentarse y 57% de los cuidadores fueron permisivos.

En cuanto a las relaciones entre las variables estudiadas y el apetito, el consumo de proteínas se asoció con este ($p=0,040$), de forma tal que en niños que tuvieron consumo de proteínas <95% del requerimiento el apetito regular se presentó en 41% y el apetito malo en 36%. Por otro lado, cuando el consumo de proteínas fue >95% del requerimiento el apetito bueno se presentó en 35% y el apetito regular fue del 60%.

La frecuencia de consumo semanal para el grupo de

vegetales también tuvo asociación con el apetito ($p=0,026$), de modo que en niños con un consumo inadecuado de vegetales (< 5 días a la semana), el apetito regular fue 45% y el apetito malo, 37%; mientras que en niños con un consumo adecuado de vegetales, el apetito bueno se

presentó en 36% y con apetito regular, 40%. El tipo de preparación de alimentos se asoció con el apetito ($p=0,000$), de tal forma que en los niños que consumieron preparaciones monótonas la presencia del apetito malo y regular fue de 46% en ambos casos, mientras que en los niños que consumieron preparaciones variadas el apetito bueno se presentó en 40%.

En cuanto a la identificación de rechazos alimentarios se evidenció una asociación con el apetito ($p=0,002$), pudiéndose observar en los niños con rechazos inadecuados la presencia del apetito malo en 44% y con apetito regular en 47%. Por otro lado, en niños con rechazos alimentarios adecuados, la presencia de apetito bueno es 36% y con apetito regular es 40%.

La identificación de preferencias también demostró estar asociada significativamente con el apetito ($p=0,007$), de esta manera 33% de los niños con preferencias alimentarias adecuadas tienen apetito bueno y 42% tienen apetito regular, también se observó que 43% de los niños con preferencias alimentarias inadecuadas tienen apetito regular y 47% apetito malo.

La introducción de leche completa de vaca resultó asociada con el apetito ($p=0,030$), así en los niños que recibieron leche completa antes de los 12 meses de edad el apetito regular se presentó en 49% y el apetito malo en 30%. Por otro lado, cuando la introducción de leche completa se dio a los 12 meses de edad el apetito bueno fue 40%.

El lugar donde se realiza la alimentación tuvo asociación con el apetito ($p=0,002$), obteniéndose que en los niños sin lugar fijo para alimentarse, la presencia de apetito regular fue 50% y con apetito malo 34%; en los niños con lugar fijo el apetito bueno fue 41%.

Del mismo modo la duración de las comidas tuvo relación con el apetito ($p=0,000$), señalando que en los

niños que consumieron alimentos en un tiempo inadecuado la presencia de un apetito malo fue 51% y apetito regular 42%. Por otra parte, en los niños con una duración de las comidas adecuada la presencia de un buen apetito fue 41%.

La interacción del cuidador con el niño durante la alimentación estuvo asociada con el apetito ($p=0,000$), pudiéndose observar que en situaciones donde los cuidadores se mostraron permisivos durante las comidas, la presencia de un apetito regular en el niño fue 49%; y en situaciones donde los cuidadores fueron controladores, el apetito malo fue 54%. Cabe destacar que con cuidadores responsables el buen apetito en el niño fue lo común, registrándose un porcentaje de 72%.

Por otro lado, la respuesta del niño durante la alimentación también reflejó resultados significativos con el apetito ($p=0,000$). Se observó que en los niños rebeldes al momento de la alimentación el apetito malo fue 51%, en niños pasivos el apetito regular fue 59%, en niños apáticos el apetito regular fue 50%, y en aquellos niños que respondieron de manera adecuada durante la alimentación el apetito bueno fue 67%.

DISCUSIÓN

En el grupo de niños estudiados el apetito de ellos se presenta como regular o malo en más de la mitad de la muestra estudiada, lo que señala que los niños necesitan estímulos para lograr el consumo de la cantidad de comida servida y en algunos casos hasta prefieren no comer. Castillo et ál. (16) refieren que el consumo de alimentos constituye un conjunto muy interrelacionado de estímulos externos e internos, y que la alteración de este complejo conjunto conduce a anomalías del apetito. Esto nos sugiere que en los casos estudiados existe alguna alteración de este conjunto de estímulos, pues el apetito en general no fue bueno.

La evaluación de la dieta consumida arroja que más del 60% de los niños presentó una adecuación inferior al 95%, tanto para energía como para macronutrientes, lo que significa que no cubrieron los requerimientos individuales diarios para un crecimiento adecuado y es la causa de su deterioro nutricional, ya que para el momento de la apertura de historia ingresaron con un diagnóstico nutricional de desnutrición leve.

En cuanto a la adecuación nutricional de micronutrientes, 51% de la muestra refleja una adecuación nutricional inferior al 85% para el consumo de hierro.

Quizás este consumo inferior al requerimiento se deba a que 94% de los niños consumió leche de vaca o fórmula infantil 5 o más días de la semana y 37% tenía un consumo por día superior al requerimiento de estos dos alimentos que no aportan cantidades suficientes de hierro biodisponible (17). Además, el estado nutricional de hierro puede ser agravado por el consumo de leche de vaca en la etapa de lactante, pues esta produce lesión directa de la mucosa intestinal, y el exceso de proteínas y minerales que contiene la misma, especialmente de calcio, interfieren con la absorción del hierro presente en otros alimentos (18).

El consumo de calcio, retinol y ácido fólico supera el rango de 115% de adecuación en más del 45% de la muestra. El consumo de calcio superior al requerimiento quizás se explica porque más del 40% de la muestra consumía 2 o más meriendas al día que consistían en toma láctea, y 37% tenía un consumo por día de leche de vaca o fórmula infantil superior al requerimiento. Estos niños también presentan un elevado consumo de los derivados de la leche (queso). En cuanto al ácido fólico y al retinol, el resultado de la frecuencia de consumo semanal por grupo de alimentos señala que: 98% de la muestra estudiada consumió cereales 5 o más días de la semana, incluyendo el agregado de cereal precocido o no precocido a la toma láctea, y 94% leche y carnes con la misma frecuencia que los cereales. Estos grupos de alimentos son fuentes ricas de ácido fólico y vitamina A (tanto por su composición natural como por la fortificación del cereal precocido), lo que explica la adecuación nutricional superior a 115% para ambos micronutrientes (19).

En la frecuencia de consumo semanal por grupos de alimentos, se observa que menos de la mitad de los niños de la muestra (44%) consumió vegetales 5 o más días de la semana, lo que señala que el consumo de este grupo de alimentos es limitado, resultado que coincide con otros estudios realizados donde el consumo de hortalizas no se considera importante (20), pues las hortalizas son utilizadas en pequeñas proporciones en las preparaciones de las comidas y por ende las cantidades consumidas son pequeñas (21).

Respecto al tipo de preparación de alimentos se encuentra que 45% de la muestra presenta preparaciones monótonas. Incluso esta monotonía está reflejada por el hecho de que 37% de los niños mayores de 6 meses tuvieron un consumo superior al requerimiento en el número de onzas de leche de vaca y de fórmulas infan-

tiles. Este hallazgo sugiere que las preparaciones de alimentos tienen como principal componente la leche de vaca y las fórmulas infantiles, lo que resultó inadecuado en el 81% de los niños estudiados pues se encuentran en edades comprendidas entre 6 y 18 meses. En esta etapa de vida más bien se debe iniciar y fomentar la alimentación complementaria (13), manteniendo la lactancia materna hasta los dos años de edad.

La lactancia materna está presente en casi la totalidad de la muestra, pero sólo 9% la realizó de manera exclusiva en los primeros 6 meses de vida. El estudio "Situación de Vida y Movilidad Social" realizado en el Área Metropolitana de Caracas (n= 823 familias) por la Fundación "Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana" (Fundacredesa) desde octubre del 2000 hasta mayo del 2001, reporta que la lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses de edad fue de 4% (22). En el año 2006 otro estudio realizado en la Parroquia Miguel Peña de Valencia, estado Carabobo, señala 27% de amamantamiento exclusivo (23). Si observamos los estudios referidos y los resultados de esta investigación, aún ni el 30% de los lactantes reciben lactancia materna exclusiva, lo que hace inadecuada su alimentación y nos lleva a concluir que se requiere de más programas dirigidos a la promoción y protección de la lactancia materna, aunado a que de la muestra estudiada la mayoría de los que recibieron lactancia materna habían cesado la práctica de la misma antes de los 18 meses de vida.

En cuanto a las conductas alimentarias, el lugar donde se realizaron las comidas es una de las variables que presenta mayor afectación, con más de la mitad de los lactantes que no tienen lugar fijo para comer, lo que incide en una ingesta de menor cantidad de calorías y nutrientes.

Respecto a la interacción del niño y del cuidador con la alimentación, un poco más de la mitad de los niños (56%) se mostraron rebeldes al momento de la comida, quizás esta actitud opositora para alimentarse se deba a que el elevado consumo de tomas lácteas con agregado de cereal los mantenía saciados y por lo tanto no aceptaban otros alimentos. Por comodidad o desconocimiento, los padres ofrecen esta toma láctea a cualquier hora y en cualquier lugar, lo que puede explicar que 57% de los cuidadores fueran permisivos. En un estudio realizado por Sánchez y Castillo (24) se encontró que la mayor parte de los niños mostraban alteraciones de la conducta alimentaria,

tales como "no se come todo", "cierra la boca cuando se le alimenta" y "escupe la comida", actitudes comunes de un niño rebelde que también se vieron reflejadas en la presente investigación.

En cuanto a las relaciones del apetito con los factores dietéticos hay resultados significativos, entre ellos se encuentra el consumo de proteínas, que cuando es <95% del requerimiento, el apetito regular y malo se presentó en 77% de los niños. Esta relación señala que cuando los cuidadores perciben el apetito del niño como regular o malo es posible que el consumo de proteínas del niño sea menor al requerimiento diario de este macronutriente.

En aquellos niños que presentan un consumo de vegetales inadecuado, el apetito regular y malo fue de 82%, lo que sugiere un posible rechazo a este grupo de alimentos. Cuando las preparaciones fueron monótonas el apetito regular y malo se presentó en 92% de los niños, esto se explica por el hecho de que el consumo de alimentos depende de las características sensoriales que éstos generan; así, cuando el alimento que se consume presenta un mismo sabor puede producir saciedad en el comensal. Por el contrario, si se le ofrece un sabor diferente es capaz de aceptarlo, así ya esté satisfecho (25). Esta señalización de la saciedad por un mismo sabor también puede explicar la relación del apetito regular y malo con la introducción de leche de vaca antes de los 12 meses de edad, que estuvo presente en 79% de los niños estudiados.

También se observó una relación de asociación entre el apetito con los rechazos y preferencias alimentarias, identificándose que los niños sin rechazos ni preferencias a un alimento específico, los cuidadores lo percibían como un consumo espontáneo de todas las comidas servidas (13), y por lo tanto, un apetito bueno.

La relación del apetito con las variables de la conducta alimentaria resultó significativa, específicamente con el lugar para comer, la actitud del niño y la actitud del cuidador durante la alimentación. Esto puede significar que cuando el niño no consume las comidas en un lugar fijo, el apetito podría verse afectado a tal punto de que no quiera comer, pudiéndose observar oposición o apatía al momento de la comida. Ante esta situación el cuidador no presenta objeciones frente a las peticiones del niño debido a que este no come.

En conclusión, la descripción de los hábitos y las

conductas alimentarias permite determinar cuáles se practicaron de manera adecuada o inadecuada, y por otro lado, identificar las asociaciones de algunas de las variables que las componen con la percepción por parte del cuidador sobre el apetito del niño. El método estadístico utilizado señaló la existencia de asociación entre el apetito y las variables descritas anteriormente lo que permite esperar que, si consideramos el apetito como una guía, se pudiera concluir que identificando estas variables asociadas y actuando para modificarlas se generaría un impacto sobre el apetito del niño que pudiera mejorar su ingesta de alimentos y por ende prevenir la desnutrición.

Las recomendaciones para futuras investigaciones deberían identificar las posibles causas que conducen al desarrollo de conductas y hábitos alimentarios inadecuados, y, luego de una intervención nutricional, verificar en el grupo intervenido estas mismas variables, su asociación con el apetito y su impacto en la mejoría del estado nutricional

REFERENCIAS

- Osorio J, Weisstaub G, Castillo D. Desarrollo de la conducta alimentaria en la infancia y sus alteraciones. *Rev Chil Nutr.* 2002; 29(3):280-85.
- Birch L. Development of food preferences. *Ann Rev Nutr.* 1999; 19:41-62.
- Fomon S. *Nutrición infantil.* 2da ed. México D.F.: Nueva Editorial Interamericana; 1976. p. 19-31.
- Birch LL. Psychological influences on the childhood diet. *Am Soc Nutr Sci.* 1998; 128(2):407S-10S.
- Serra L, Ribas L, García R, Pérez C, Peña Q, Aranceta J. Hábitos alimentarios y consumo de alimentos en la población infantil y juvenil española (1998-2000): variables socioeconómicas y geográficas. En: Serra L, Aranceta J. *Alimentación infantil y juvenil.* Barcelona: Masson; 2002. p. 13-28.
- Zarzalejo Z, García M, Alvarez M, Millán A. Hábitos de alimentación en niños desnutridos menores de dos años en una comunidad urbano marginal. *An Venez Nutr.* 2001; 14(2):60-9
- Organización Mundial de la Salud. Medición del cambio del estado nutricional: directrices para evaluar el efecto nutricional de programas de alimentación suplementaria destinados a grupos vulnerables. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1983. 104 p.
- López de Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Méndez Castellano H, Colmenares R. Estudio Transversal de Caracas. *Arch Venez Pueric Pediatr.* 1986; 49(3-4):111-55.
- Frisancho AR. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status.* Ann Arbor: University of Michigan Press; 1993 189 p.
- Evaluation of nutrient intake data. In: Gibson R. *Principles of nutritional assessment.* New York: Oxford University Press; 1990. p. 137-54.
- Subcommittee on the tenth edition of the RDAs. Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences. National Research Council. *Recommended Dietary Allowances.* 10th rev. ed. Washington DC: National Academy of Science, Food and Nutrition Board; 1989. 302 p.
- Zarzalejo Z, García M, Alvarez M, Millán A. La evaluación dietética como instrumento diagnóstico en la población pediátrica. *An Venez Nutr.* 1999; 12:33-44.
- Rojas Martínez YM. Evaluación dietética. En: Henríquez Pérez G, Dini Golding E. *Nutrición en pediatría.* 2 ed (ampl). Caracas: Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano (CANIA); 2009. p. 1267-286.
- García Narváez ME, Dini Golding E. Alimentación en el lactante. En: Henríquez Pérez G, Dini Golding E. *Nutrición en pediatría.* 2 ed (ampl). Caracas: Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano (CANIA); 2009. p. 265-93.
- SPSS. *SPSS 9.0. Manual del usuario.* Chicago: SPSS; 1999.
- Castillo C, Acharán X, Alvarez P, Bustos P. Apetito y nutrición. *Rev Chil Pediatr.* 1990; 61(6):346-53.
- Boccio J, Páez M, Zubillaga M, Salgueiro J, Goldman C, Barrado D, et. ál. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro. *Arch Latinoam Nutr.* 2004; 54(2):165-73.
- Borno Gamboa S, Álvarez Gutiérrez ML. Anemias nutricionales. En: Henríquez Pérez G, Dini Golding E. *Nutrición en pediatría.* 2 ed (ampl). Caracas: Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano (CANIA); 2009. p. 533-61.
- Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición; 2000. Serie de Cuadernos Azules; 53. 76 p.
- Hurtado M, Hagel I, Araujo M, Rodríguez O, Palenque M. Creencias y prácticas alimentarias e higiénicas en madres, según el estado nutricional de sus hijos. *An Venez Nutr.* 2004; 17(2):42-56.
- Del Rea S, Fajardo Z, Solano L, Páez M, Sánchez A. Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana al norte de Valencia, Venezuela. *Arch Latinoam Nutr.* 2005; 55(3):279-86.
- Hernán Méndez C. Indicadores de situación de vida 1995-2001: Movilidad social 1995-2001: Estudio Nacional. Caracas: Fundacredesa; 1995. p. 373-407.
- Sánchez-Jaeger A, Barón MA, Solano L, Guerrero A,

- Díaz N. Prácticas inadecuadas de alimentación entre el 4º y 6º mes de vida y su asociación con el déficit nutricional en un grupo de lactantes venezolanos. Arch Latinoam Nutr. 2008; 58(3):228-33.
24. Sánchez S, Castillo C. Alteraciones de la conducta alimentaria en lactantes chilenos de acuerdo a estrato socioeconómico. Arch Latinoam Nutr. 2008; 58(4):357-62.
25. Bellisle F. Le comportement alimentaire et ses déterminants. En: Le comportement alimentaire humain. Bruxelles: Institut Danone; 1999. p. 3-37.

Recibido: 08-09-2011

Aceptado: 07-06-2012

**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

Usted recibirá confirmación de disponibilidad y una cotización de precios

Asociación del índice de masa corporal y conductas de riesgo en el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes mexicanos

Reyna Sámano, Rosa Zelonka, Hugo Martínez-Rojano, Bernarda Sánchez-Jiménez, Cristina Ramírez, Georgina Ovando

Instituto Nacional de Perinatología. Universidad Iberoamericana. Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional. Escuela de Dietética y Nutrición del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. México, Ciudad de México. México

RESUMEN. La percepción corporal y su insatisfacción se relacionan con las conductas alimentarias de riesgo (CAR), pudiendo desarrollar trastornos de la conducta alimentaria (TAC) frecuentemente identificados en los adolescentes. El objetivo fue describir la asociación del índice de masa corporal (IMC) con los hábitos y las CAR en un grupo de adolescentes. Fue un estudio transversal, descriptivo realizado con 671 adolescentes de 12 a 15 años de edad, ambos sexos. Se aplicó una encuesta validada en población mexicana que identificó las CAR para el desarrollo de los TAC. Se obtuvo el IMC, además de información sobre práctica y conocimiento del consumo de alimentos. La prevalencia promedio de las CAR fue 12%, el sobrepeso u obesidad se presentó en 48% de los participantes, 20% de ellos no desayunaba, y sólo el 16% tomaba sus alimentos sin ningún distractor ($p=0.012$). La variables asociadas a las CAR para el desarrollo de TAC fueron: realizar cualquier actividad simultánea al consumo de alimentos (RM:4.23, $p=0.006$), sobrepeso u obesidad (RM:2.59, $p=0.001$), comer sin compañía (RM:2.04, $p=0.005$), no comer frutas (RM:1.96, $p=0.008$) y/o leche (RM:1.79, $p=0.026$), ser mujer (RM:1.74 $p=0.024$) y no desayunar (RM:1.57, $p=0.035$). El consumo de alimentos que los adolescentes practicaron fue diferente del que recomendaron para estar sanos, fue menor en verduras, frutas y leguminosas, y mayor en azúcares, lípidos y bebidas gaseosas. Se concluye que existe una asociación entre el IMC y las CAR. No se encontró coherencia entre lo que los adolescentes refirieron comer y lo que ellos recomiendan, según sus conocimientos.

Palabras clave: Adolescente, conducta alimentaria, índice de masa corporal, trastornos de la conducta alimentaria.

SUMMARY. Association between body mass index and risk feeding behaviors to develop eating disorders in Mexican adolescents. The body self-perception and its dissatisfaction are related with the risk for developing abnormal eating behaviors (AEB), especially in eating disorders (ED) in adolescents. The objective of this study was to identify the relationship between dietary habits and the risk for AEB and their association with body mass index (BMI) in a group of adolescents in the metropolitan area of Mexico City. It was a descriptive cross-sectional study conducted with a sample of 671 adolescents, both sex, between 12 and 15 years. A validated questionnaire was used to assess the risk for developing AEB. BMI was obtained, and information from the practice and knowledge of food consumption was available. The prevalence of the risk for developing AEB in this study was 12%. It showed that 48% of participants were overweight or obese, 20% did not eat breakfast, 16% took their food without doing other activity simultaneously ($p=0.012$). The variables associated with the risk AEB, for developing of ED were doing any activity simultaneously with food intake (OR:4.23 $p=0.006$), overweight-obesity (OR:2.59 $p=0.001$), eating without company (OR:2.04 $p=0.005$), not eating fruit (OR:1.96 $p=0.008$) or milk (OR:1.79 $p=0.026$), being female (OR:1.74 $p=0.024$) and skipping breakfast (OR:1.57 $p=0.035$).

Food intake differed with what themselves recommended being healthy, which was lower in vegetables, fruits, leguminous and higher in sugars, fats and soda. We conclude there is a relationship between BMI and the risk for developing AEB. There was no consistency between what adolescents say they should eat to be healthy and what they eat.

Key words: Adolescent, feeding behavior, body mass index, eating disorders.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una actividad no sólo biológica y nutricia, sino también es un proceso que implica aspectos sociales, psicológicos, económicos, simbólicos, religiosos y culturales. Durante la infancia se adquieren hábitos alimentarios que son deter-

minantes para las etapas posteriores de la vida, de tal manera que si éstos son adecuados, pueden contribuir al mantenimiento de un estado saludable.

En la adolescencia, la participación de la familia disminuye y adquieren mayor importancia los amigos o compañeros, así que éstos se convierten en los patrones o modelos alimentarios a seguir durante la adolescencia

y la etapa adulta. (1) No obstante, a pesar de los esfuerzos que los profesionales de la salud realizan para que la población en general aprenda a tener una mejor elección de sus alimentos, aún existen diferencias marcadas entre lo que se conoce y lo que se implementa en la vida diaria. Únicamente en un estudio por Gámbaro y cols., en Uruguay, se documentó que las personas que tienen un mayor conocimiento nutricional, tienen un mayor consumo de frutas y verduras y un menor consumo de alimentos con un alto contenido de grasa. (2) En contraste, Montero y cols., han documentado que a pesar de que la población se encuentre informada y tenga conocimiento de los conceptos básicos de una dieta saludable, este conocimiento no se refleja en la práctica de buenos hábitos alimenticios y en la disminución de conductas alimentarias de riesgo. (3)

Ahora bien, una conducta alimentaria es el conjunto de acciones que practica un individuo en respuesta a circunstancias biológicas, psicológicas y socioculturales vinculadas con los alimentos. Su alteración da origen a lo que se conoce como las CAR y los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) en los cuales los patrones de ingestión de alimentos se ven distorsionados. (4) Al respecto, se ha observado que en la adolescencia los hábitos alimentarios se afectan por las situaciones ambientales inadecuadas que existen alrededor de la comida y que podrían estar involucrados en el proceso del desarrollo de los TCA, (5) lo cual implica un problema de salud pública en México, en donde se ha demostrado que las CAR, han incrementado con consecuencias considerables a la salud. (6)

El IMC, indicador del estado nutricional que es utilizado con mayor frecuencia por su facilidad de estimación, y que se calcula a partir del peso corporal en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros, es uno de los indicadores más estudiados como factor de riesgo asociado a los TCA, y de manera específica con las CAR, ya que se han encontrado importantes asociaciones. (7)

Diversos estudios han demostrado que al presentar los individuos un IMC alto (sobrepeso u obesidad), su imagen corporal se aleja de lo ideal, y gracias a la influencia de los factores socioculturales, los cuales han estigmatizado el sobrepeso y la obesidad no por cuestiones de salud sino por consideraciones psicológicas y estéticas, los individuos buscan disminuir su peso corporal o modificar su figura, practicando las CAR. (8)

Los grupos de adolescentes mayores de 15 años han sido los más estudiados, sin embargo, se ha considerado que entre más temprana sea la detección de las conductas y hábitos alimentarios de riesgo, es posible intervenir de una forma más oportuna, con la finalidad de prevenir el desarrollo de los TCA. Para ello, es indispensable el trabajo de un equipo multidisciplinario de salud, que informe, oriente y motive a los adolescentes sobre la importancia de una alimentación saludable a fin de que los cambios de conducta perduren en etapas posteriores de su vida.

En este sentido, el propósito del estudio fue describir la asociación entre el IMC y las CAR, en el desarrollo de los trastornos alimentarios en un grupo de adolescentes en la Ciudad de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó un diseño observacional, transversal y descriptivo durante el periodo de enero a diciembre de 2011 en dos escuelas de educación media básica que se encuentran ubicadas en la Ciudad de México; éstas fueron elegidas debido a que en forma periódica el equipo de trabajo que integra el Departamento de Investigación en Nutrición del Instituto Nacional de Perinatología ofrece apoyo de orientación alimentaria a diferentes escuelas y de conformidad con el cronograma de actividades del año 2011 correspondió a estos dos centros escolares.

Sujetos. Se invitó a participar a todos los estudiantes de ambos sexos, que se encontraran entre los 12 y 15 años de edad. No se incluyó a sujetos con enfermedades endócrinas, inmunológicas o en terapia nutricional.

Previo autorización y consentimiento firmado de los directivos de cada uno de los planteles educativos, de los estudiantes y de sus padres o tutores, se inició el estudio.

Estado nutricional por IMC. Se obtuvo el peso corporal y la estatura de todos los sujetos, previa estandarización antropométrica por parte del personal de salud con un coeficiente de variabilidad menor al 5% inter e intrasujeto. Para la obtención del peso se utilizó una báscula digital marca TANITA, modelo BWB-800 con precisión de 100 g, y para la estatura se empleó un estadiómetro portátil marca SECA, modelo 208, con precisión de 0.1 cm.

Con los datos obtenidos fue calculado el IMC de cada uno de los sujetos, con el objetivo de identificar

su estado nutricional, éste se clasificó en percentiles de acuerdo a la edad y el sexo y conforme a los criterios propuestos por la Organización Mundial de la Salud, (9) que a continuación se enlistan: Desnutrición: inferior al percentil 5; Bajo peso; entre el percentil 5 y el 10; Normal: superior al percentil 10 e inferior al percentil 85; Sobrepeso: valores iguales o superiores al percentil 85 e inferiores al percentil 95 y Obesidad: superior al percentil 95.

Las mediciones de los participantes se efectuaron durante el mismo horario (8 a 10 am) y por duplicado, tomándose el promedio de ambas mediciones.

Hábitos alimentarios y conductas alimentarias de riesgo. A través de un cuestionario se obtuvo la información de dónde, con quién y qué actividades realizaron los adolescentes mientras consumían sus alimentos. Asimismo, se solicitó a los sujetos que conforme a sus conocimientos, indicaran la cantidad de raciones de comida que éstos consideran adecuadas para que un individuo se mantenga sano.

Se solicitó a cada uno de los sujetos que señalara los alimentos que consumía al menos 4 veces por semana, con la finalidad de identificar sus conocimientos y prácticas realizadas. Cabe mencionar que en el levantamiento de los cuestionarios fueron empleados como referencia réplicas de los diferentes grupos de alimentos.

Evaluación de las conductas alimentarias de riesgo. Se determinaron de acuerdo con la escala validada por Unikel y cols., en población mexicana, en que se han obtenido valores de confiabilidad alfa de Cronbach de 0.83 para mujeres en la Ciudad de México y de 0.72 en mujeres del Estado de México (10), con fundamento en los criterios diagnósticos para los TCA propuesto en el Manual de Diagnóstico y Estadístico de Desórdenes Mentales IV.

La escala consta de 10 preguntas que evalúa: la preocupación por engordar, y las CAR en los tres meses previos a la aplicación de la encuesta. Se califica con cuatro opciones de respuesta tipo Likert (nunca o casi nunca=0, algunas veces=1, frecuentemente –menos de dos veces por semana– =2, muy frecuentemente –más de dos veces por semana– =3 puntos). Se utilizaron dos puntos de corte para determinar grados de riesgo, el primero 7-10 que correspondió a un riesgo moderado y el segundo >10 que indicó un riesgo alto, mientras que las puntuaciones menores a 7, indicaron la ausencia de riesgo (10).

Nivel socioeconómico. Se determinó de acuerdo con los estándares de la Asociación Mexicana de Investigación de Mercados y Opinión Pública, (11) que consta de diez preguntas con un puntaje y calificación determinado, de esta forma se asignaron los diferentes niveles socioeconómicos en seis y estos fueron los siguientes: A/B: Nivel más alto de vida, C+, nivel de vida ligeramente superior a la media, C: Nivel de vida medio, D+: nivel de vida ligeramente inferior a la media, D: Nivel de vida bajo o austero, E: Menores ingresos y calidad de vida.

Análisis estadístico. La información obtenida fue capturada en una base de datos diseñada ex profeso para el estudio con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows.

Se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión, la comparación de los grupos se efectuó por medio de la prueba de Wilcoxon. Se calculó la Chi cuadrada de Pearson para identificar la asociación entre variables. Además, se realizaron modelos de regresión logística con la finalidad de explorar las variables asociadas para el riesgo del desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria. Se consideró una significación estadística cuando existió un valor de $p < 0.05$. La recolección y análisis de la información obtenida fue confidencial.

Cabe señalar que con base en los hallazgos observados en el presente estudio, se elaboró y distribuyó un folleto informativo para todos los alumnos de ambas escuelas; esta información consistió en proporcionar orientación alimentaria con la finalidad de lograr una correcta forma de alimentarse, siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana número 043 de la Secretaría de Salud en México (12).

RESULTADOS

De 700 adolescentes invitados, se evaluaron a 671, debido a que 10 no aceptaron participar (ellos o sus padres o tutores) y 19 no acudieron a clase el día en que se efectuaron las evaluaciones, lo que representó el 95.9% del total de la muestra inicialmente programada. La edad promedio de los adolescentes fue de 13 años, intervalo de 12 a 15, una media de peso de 55.5 ± 12.3 kg, una estatura de 157.8 ± 7.4 cm y una relación de hombre mujer de 1:1.

Hábitos alimentarios

En la Tabla 1, se observa que el 48% presentó un

IMC clasificado como normal y el resto tuvo algún grado de malnutrición. Asimismo, se aprecia que el 84% de los participantes realizaban otras actividades al mismo tiempo que consumían sus alimentos, las principales actividades fueron ver televisión y la utilización de la computadora. De los adolescentes estudiados 20% no consumía el desayuno y uno de cada 10 cenaba sin compañía.

TABLA 1
Características generales y
hábitos alimentarios, n= 671

Variable	n (%)
Sexo	
Mujeres	339 (50.5)
Hombres	332 (49.5)
Nivel socioeconómico	
Alto	110 (16)
Medio	390 (58)
Bajo	171 (26)
Estado nutricional por IMC	
Bajo peso	27 (4)
Normal	319 (48)
Sobrepeso	170 (25)
Obesidad	155 (23)
Actividades realizadas al momento de tomar los alimentos	
Ninguna	109 (16)
Ver TV	310 (46)
Tarea	240 (35.8)
Chatear	102 (15.2)
Tiempos de comida	
Desayuno	535 (80)
Comida	671 (100)
Cena	655 (98)
Con quién toma sus alimentos	
Desayuna con la familia	492 (92)
Desayuna solo-sin compañía	43 (8)
Come con la familia	617 (92)
Come solo-sin compañía	54 (8)
Cena con la familia	583 (89)
Cena solo-sin compañía	72 (11)

La Tabla 2 muestra que en todas las edades se mantuvo constante la realización de otras actividades simultáneas a la toma de sus alimentos. Que los participantes de menor edad practicaban con mayor frecuencia el desayuno y este lo efectuaban en compañía de algún familiar.

Se observó que la práctica del desayuno en los hombres disminuyó con la edad, 83 vs 66% ($p=0.030$) en los de 12 y 15 años respectivamente, esto en las mujeres correspondió a 82 vs 71%, ($p=0.053$), el 100% de los adolescentes de ambos sexos realizó la comida del medio día, la cena fue practicada por 99, 100, 100 y 94% ($p=0.045$) de los hombres de 12, 13, 14 y 15 años de edad respectivamente; en las mujeres de esas mismas edades, los valores fueron 99, 98, 100 y 95% ($p=0.035$).

Riesgo de trastornos de la conducta alimentaria y hábitos alimentarios

Se observó que el 12% de todos los adolescentes presentó riesgo moderado o alto para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria. La Tabla 3 muestra las características que se asociaron con el riesgo, para el desarrollo de los TCA y estas son el ser mujer, el tener sobrepeso u obesidad, el no desayunar o tomar los alimentos en la escuela o en la vía pública, el realizar cualquier actividad simultánea a la toma de los alimentos, el ingerir su desayuno sin compañía u omitirlo.

En la Tabla 4 se presentan las variables que tuvieron riesgo para el desarrollo de los TCA a través del análisis de un modelo de regresión logística observándose que el realizar otras actividades al mismo tiempo que ingerían sus alimentos fue la variable que se asoció a mayor riesgo (RM: 4.230, $p=0.006$) seguida por la presencia de sobrepeso u obesidad (RM: 2.595, $p=0.001$) entre otras. El nivel socioeconómico no fue un factor de riesgo para el desarrollo de las CAR entre los adolescentes estudiados, así como la omisión de la cena.

Coherencia entre lo que saben y lo que comen

En todos los participantes se observó que el consumo de verduras, frutas y leguminosas fue inferior al que ellos mismos referían como un consumo recomendable o saludable, mientras que el de cereales y de bebidas gaseosas fue mayor ($p=0.001$). Se identificó una asociación entre la edad de los encuestados y los alimentos que consumían y recomendaban para estar sanos; a mayor edad fue más frecuente la diferencia, de tal forma que a los 15 años sólo se coincidió en el consumo y recomendación de carne y leche, ver Tabla 5.

TABLA 2 Hábitos alimentarios por grupo de edad, n (%)

Edad (años)	12 (n=141)	13 (n=219)	14 (n=206)	15 (n=105)	p
Realiza el desayuno					
Sí	117 (83)	181 (83)	164 (80)	72 (69)	0.016
No	24 (17)	38 (17)	41 (20)	33 (31)	
Quién los acompaña en la toma de sus alimentos en:					
Desayuno*					
Familia	112 (96)	167 (92)	132 (81)	62 (86)	0.001
Solo	5 (4)	14 (8)	32 (19)	10 (14)	
Comida					
Familia	130 (92)	201 (92)	193 (94)	92 (88)	0.631
Solo	11 (8)	18 (8)	13 (6)	13 (12)	
Cena*					
Familia	135 (97)	204 (96)	185 (91)	84 (84)	0.001
Solo	4 (3)	9 (4)	18 (9)	16 (16)	
Actividades realizadas al tomar alimentos					
Ninguna	21 (15)	29 (13)	38 (18)	21 (20)	0.326
Ver TV, tarea o chatear	120 (85)	190 (87)	168 (82)	84 (80)	

Chi cuadrada de Pearson. *Sólo los casos que toman ese tiempo de comida

TABLA 3 Conductas alimentarias de riesgo para el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria y hábitos alimentarios

Riesgo para el desarrollo de conductas alimentarias de riesgo, n (%)

	Sin riesgo (≤ 6 puntos)	Moderado (7-10 puntos)	Alto (≥ 11 puntos)	p
Sexo				
Mujeres	288 (85)	40 (12)	11 (3)	0.020
Hombres	301 (91)	26 (8)	5 (1)	
Edo. nutricio por IMC				
Bajo peso	26 (100)	0 (0)	0 (0)	0.004
Normal	293 (92)	20 (6)	6 (2)	
Sobrepeso	144 (85)	20 (12)	6 (3)	
Obesidad	125 (81)	27 (16)	4 (3)	
Lugar de desayuno				
Casa	475 (89)	51 (10)	8 (1)	0.037
Calle o escuela	93 (85)	11 (10)	6 (5)	
No desayuna	21 (78)	4 (15)	2 (7)	
Con quien desayuna				
Familiares	426 (90)	40 (9)	7 (1)	0.045
Amigos, escuela	112 (82)	19 (13)	6 (5)	
Solo	50 (82)	8 (13)	3 (5)	
Con quién cena				
Familia	533 (88)	60 (10)	13 (2)	0.712
Solo	41 (87)	4 (9)	2 (4)	
No cena	13 (81)	4 (13)	1 (6)	
Actividades realizadas a la toma alimentos				
Ninguna (sólo come)	105 (97)	3 (2)	1 (1)	
Ver TV, chatear o limpieza	484 (86)	63 (11)	15 (3)	

Chi cuadrada de Pearson

TABLE 4
Modelo de regresión logística para identificar la probabilidad del riesgo de desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria

Variable	Beta	RM	IC 95%	p
Ser mujer	0.555	1.742	0.512-1.313	0.024
Sobrepeso-obesidad	0.954	2.595	1.582-4.258	0.001
Nivel socioeconómico	-0.198	0.820	0.512-1.313	0.409
No desayuna	-0.559	1.572	0.340-0.961	0.035
No cena	-0.456	0.634	-175-2.292	0.487
Desayuna sin compañía	0.715	2.044	1.245-3.358	0.005
No come fruta	0.636	1.967	0.483-1.284	0.008
No toma leche	0.583	1.791	1.071-2.997	0.026
Come y realiza otras actividades simultáneamente	1.442	4.230	1.515-11.811	0.006

TABLE 5
Consumo de alimentos y recomendaciones en raciones según conocimiento de los participantes por edad

Alimento	Consumen				Recomiendan			
	12	13	14	15	12	13	14	15
Verduras	1 (0-3)*	0 (0-4)*	1 (0-5)*	1 (0-4)*	2 (0-5)	2 (0-5)	2 (0-4)	2 (0-5)
Frutas	2 (0-6)*	2 (0-5)*	2 (0-6)*	2 (0-5)*	2 (0-7)	2 (0-5)	2 (0-5)	3 (0-6)
Cereales	3 (0-9)*	4 (0-10)*	4 (0-14)*	4 (0-13)*	2 (0-8)	2 (0-5)	2 (0-7)	2 (0-8)
Leguminosas	1 (0-3)*	0 (0-3)*	0 (0-3)*	1 (0-4)*	1 (0-5)	1 (0-4)	1 (0-4)	1 (0-4)
Carnes	1 (0-6)	0 (0-5)	0 (0-5)	1 (0-4)	1 (0-4)	0 (0-4)	0 (0-4)	1 (0-4)
Leche	2 (0-4)	1 (0-4)	2 (0-6)	1 (0-6)	1 (0-5)	1 (0-4)	2 (0-5)	2 (0-5)
Azúcares	1 (0-5)	0 (0-3)	1 (0-4)*	1 (0-3)*	1 (0-3)	0 (0-3)	1 (0-3)	1 (0-3)
Lípidos	1 (0-3)	1 (0-3)*	0 (0-4)	1 (0-5)*	0 (0-5)	0 (0-2)	0 (0-3)	0 (0-2)
Bebidas gaseosas	1 (0-5)*	0 (0-0)*	0 (0-3)*	0 (0-5)*	0 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-2)	0(0-3)

Comparación de medianas por Wilcoxon *Diferencia significativa entre lo que comen y lo que saben y recomiendan se debería de consumir para estar sanos. (p<0.001)

DISCUSIÓN

Se corroboró que las mujeres tienen una mayor frecuencia de CAR, del 15%, cifra menor a la documentada en un grupo de adolescentes mayores de 15 años de edad. (10) Consideramos que esta cifra es inferior debido a que los adolescentes encuestados son de menor edad, esto viene a corroborar que a mayor edad es mayor la proporción de adolescentes con las CAR.

Estos resultados resaltan la importancia que tiene la etapa de los 12 a 15 años de edad como determinante para la promoción de hábitos alimentarios saludables, y que a su vez se podrían establecer con mayor facilidad lineamientos de alimentación saludable, tomando en cuenta las características propias de los adolescentes en este rango de edad.

Uno de los principales hallazgos observado fue que el 20% de los adolescentes encuestados no desayunaba, cifra superior a la reportada en dos investigaciones realizadas en adolescentes de otros países, (13) e incluso en el estudio realizado por Ponce-Gómez y cols., en población escolar mexicana (14). Lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar estrategias educativas que persuadan a los adolescentes a retomar y a considerar el desayuno como un tiempo de comida tan necesaria como la comida y la cena.

Si bien, la proporción de adolescentes que no consumía la cena fue en promedio uno de cada 10, nuestros resultados concuerdan con los reportados por Macedo-Ojeda y cols., en un grupo de adolescentes mexicano (15). Sin embargo, cabe señalar que el porcentaje de adolescentes que no consume algún tiempo de comida

se elevó en una forma directamente proporcional con la edad. En este sentido, los adolescentes de mayor edad presentaron una tendencia a omitir el desayuno o la cena, lo que coincide con los resultados reportados por Fitzgerald y cols., (16) quienes señalan que a mayor edad del adolescente el control de los padres disminuye, y aumenta la autonomía para la elección de los alimentos, siendo estas algunas de las causas por las que el adolescente inicia con hábitos alimentarios no recomendables, como son la omisión de tiempos de comida y el consumo de alimentos chatarra.

Respecto a la ingestión de alimentos con o sin compañía, se observó que una décima parte de los adolescentes tomaban sus alimentos sin compañía, cifra inferior a lo reportado por Macedo-Ojeda y cols., (15) quienes observaron que un 15% de los adolescentes consumía sus alimentos sin compañía, lo que implica que cada día un número mayor de madres se incorpora a las actividades remuneradas, por lo que la televisión o el internet son la única compañía de estos adolescentes por varias horas, exponiéndolos a la publicidad orientada al consumo de alimentos altamente energéticos, y en algunas ocasiones con un contenido elevado de grasa y sodio (17).

Relacionado a lo anterior, en este estudio se observó, que más del 80% de los adolescentes consumían sus alimentos con algún tipo de distractor; por ejemplo ver la televisión, utilizar la computadora, efectuar alguna tarea o quehacer doméstico; lo que evidencia la mayor probabilidad de adquirir conductas alimentarias de riesgo durante esta etapa de la vida. En este contexto, ver la televisión se ha relacionado con el desarrollo de sobrepeso y obesidad (18), Con este mismo argumento, se observó que uno de cada dos adolescentes (48%) presenta sobrepeso u obesidad, cifra superior a la documentada en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (19), lo que confirma la tendencia cada vez mayor de niños y adolescentes mexicanos con sobrepeso y obesidad.

Uno de los elementos a discutir es que los hábitos alimentarios como son: la omisión del desayuno y la cena; el no consumir frutas y leche; y el comer los alimentos al mismo tiempo que se efectúan otras actividades fueron las variables que se asociaron con mayor frecuencia a las conductas de riesgo para el desarrollo de los TCA; sin embargo, el propio hecho de contar con sobrepeso y obesidad fue una variable determinante para el desarrollo de los TCA. En este sentido,

es necesario resaltar que la obesidad y los desórdenes en el consumo de alimentos y en los hábitos alimentarios son problemas de salud pública, en buena parte debido a la exposición de la población a varios factores, entre los que se encuentran los medios de comunicación, tales como: la televisión, el internet y las revistas; estas variables se han asociado con la obesidad y de forma negativa con la imagen corporal, lo que a su vez incrementa las CAR.

Por ello, se debe recomendar que los padres limiten y supervisen la exposición a los medios de comunicación no adecuados, con el propósito de que los adolescentes no inicien conductas de riesgo que modifiquen los hábitos alimentarios saludables. Asimismo, se debe promover en la familia una mayor actividad física, la realización de actividades que incrementen la autoestima y los estilos de vida saludable; aprovechando la peculiaridad de que entre los adolescentes se comparten algunas características y hábitos.

Se considera que este es un momento adecuado para prevenir la desnutrición, el sobrepeso, la obesidad y el desarrollo de las CAR; debido a que conforme crecen los adolescentes es más difícil modificar los estilos de vida inadecuados, y esto es debido a una mayor autonomía e independencia, así como al incremento en la frecuencia de sobrepeso y obesidad (20).

En el presente estudio, el consumo de frutas y leche fue nulo entre los adolescentes que tienen un mayor puntaje de CAR para el desarrollo de TCA. En este sentido, es necesario dar a conocer e implementar estrategias que promuevan el consumo de estos alimentos y resalten la importancia que tienen dentro de una dieta equilibrada.

La información existente señala que los adolescentes que no consumen fruta generalmente lo hacen por miedo a que estén contaminadas con pesticidas o herbicidas, y en específico entre las mujeres, quienes además refieren que si consumen frutas tienen la percepción de que comieron de más (21). Por otra parte, el consumo de leche es importante por su aporte nutrimental en esta etapa de la vida y de acuerdo con lo documentado, una alta proporción de los adolescentes mexicanos que habitan en zonas urbanas no cubre con sus requerimientos de calcio (22).

El consumo de frutas, verduras, y leguminosas fue inferior, y el de bebidas gaseosas, grasas, y azúcares fue mayor cuando se efectuó la comparación entre lo

que los adolescentes consumían y lo que ellos consideraban recomendable consumir para estar sanos; cabe señalar que esta diferencia fue más evidente entre los adolescentes de mayor edad, estos resultados concuerdan con los estudios realizados por López-Guevara y cols., y por nuestro grupo de investigación (3) que reportaron la no asociación entre las recomendaciones o conocimientos de alimentación y las prácticas alimentarias. Sin embargo, los resultados del presente estudio difieren con los reportados por Sahingoz y cols., en la que se señala una relación proporcional entre los conocimientos alimentarios y el consumo de alimentos en un grupo de adolescentes turcos (23).

Lo expuesto hasta este momento deja clara la falta de orientación alimentaria en la población de niños y adolescentes mexicanos, debido a que el consumo de frutas y verduras fue tres veces inferior a la recomendación de cinco raciones al día. Por otra parte, el consumo de azúcares, grasas y bebidas gaseosas fue mayor al recomendado, evidenciando el riesgo potencial de adquirir sobrepeso u obesidad a edades cada vez más tempranas. No obstante, es importante mencionar que los medios de comunicación y los significados culturales en torno al consumo de las bebidas gaseosas o azucaradas en los escolares y adolescentes de la Ciudad de México (24), son determinantes para cualquier tipo de intervención o diseño de programas educativos que tengan como objetivo la disminución de la prevalencia de desnutrición, sobrepeso y obesidad.

El 20% de los adolescentes no desayunaba en casa, esto implica la compra y el consumo de alimentos en la vía pública, como las bebidas gaseosas y los alimentos chatarra, lo que involucra un mayor riesgo de desnutrición, sobrepeso u obesidad, y por consiguiente la adquisición de CAR (25).

En el modelo de regresión logística realizado se observó la existencia de varios factores que se asociaron con la práctica de las CAR para el desarrollo de los TCA; en primer lugar el consumir alimentos al mismo tiempo que ven la televisión o realizan otras actividades, el presentar sobrepeso u obesidad, que consuma sus alimentos sin compañía, que no ingiera frutas ni leche, ser mujer, y que el adolescente no desayune. De este modo, se establece que debe prestarse mayor atención en la cultura alimentaria de la población mexicana dentro de un todo.

Como bien se vio el consumo de frutas fue inferior a lo recomendado, quizá esto se asoció a que una gran

parte de la población mexicana no ha interiorizado la importancia de una dieta variada, equilibrada y completa. Al respecto se ha publicado que los adolescentes no comen fruta porque al consumirla percibirían que comen de más, adicional a que les quitaría tiempo y dedicación el prepararlas, sin embargo reconocen que su consumo es bueno para su salud (21). La ingestión casi nula de frutas se asoció con una mayor probabilidad de riesgo de desarrollar CAR; probablemente este hecho se deba al sabor dulce de las frutas y al miedo que algunos adolescentes, sobre todo las mujeres, tienen de aumentar de peso. Por ello, consideramos que es necesaria la difusión del valor y beneficios propios de cada uno de los alimentos naturales, para así evitar su desplazamiento por los procesados y de fácil preparación.

Cabe señalar que hasta el momento no se ha efectuado una regulación de la transmisión de los programas y comerciales dirigidos a la población infantil y a la adulta; por ello continúa la promoción del consumo de alimentos con alto contenido de azúcar, grasas y sodio (17). Este hábito tiene como resultado un consumo bajo de agua y alto de bebidas gaseosas; lo que tiene que ver con la identificación de tres principios provistos por los niños y adolescentes: a) la combinación de bebidas gaseosas con alimentos salados (papas fritas, totopos, cacahuates, etc.) en momentos de esparcimiento o trabajo escolar; b) las bebidas gaseosas son muy importantes para los festejos o eventos sociales; y c) la realización de actividad física y la ingestión de bebidas gaseosas para tratar de quitar la sed (24). Esto incrementa el número de factores de riesgo asociados al desarrollo de desnutrición, sobrepeso u obesidad y ante el miedo que tienen algunos adolescentes por subir de peso, iniciando cada vez más temprano las prácticas de las CAR para el desarrollo de los TCA, que en ocasiones pueden poner en peligro su salud.

Una de las limitaciones del presente estudio es que los datos no provienen de una muestra representativa de estudiantes de educación media básica. No obstante, se trata de una muestra conformada de forma homogénea en un determinado rango de edad. A pesar de estas limitaciones, dentro de las principales aportaciones de este trabajo es la de proporcionar un panorama de la situación epidemiológica de estas conductas de riesgo en uno de los grupos más vulnerables como son los adolescentes.

Por último, a manera de conclusión podemos señalar que este estudio identificó una prevalencia de CAR

mayor en las mujeres que en los hombres, y estas CAR están relacionadas con el consumir sus alimentos al mismo tiempo que ven la televisión o realizan otras actividades, y al sobrepeso y la obesidad. No se observó coherencia entre lo que los adolescentes dicen se debe comer para estar sanos y lo que consumen.

Se recomienda realizar un mayor número de investigaciones sobre el tema, ya que a pesar de las estrategias implementadas por algunos gobiernos, los TCA, la desnutrición, el sobrepeso y la obesidad siguen incrementándose en México y cada vez a edades más tempranas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los estudiantes del sistema de educación media básica que participaron en esta investigación. Asimismo expresamos nuestro agradecimiento a la Coordinación de Medicina del Adolescente del Instituto Nacional de Perinatología, en especial a la Dra. Josefina Lira y a la Lic. Raquel Blancas por las facilidades otorgadas para la realización del presente estudio.

FINANCIAMIENTO

Este proyecto fue financiado en su totalidad por el Instituto Nacional de Perinatología.

REFERENCIAS

1. Scaglioni S, Arrizza C, Vecchi F, Tedeschi S. Determinants of children's eating behavior. *Am J Clin Nutr*. 2011; 94 (6 suppl): 2006S-2011S.
2. Gámbaro A, Raggio L, Dauver C, Ellis AC, Toribio Z. Conocimientos nutricionales y frecuencia de consumo de alimentos: un estudio de caso. *Arch Latinoam Nutr*. 2011; 61(3):308-315.
3. Montero Bravo A, Úbeda Martín N, García González A. Evaluación de los hábitos alimentarios de una población de estudiantes universitarios en relación con sus conocimientos nutricionales. *Nutr Hosp* 2006; 21(4):466-473
4. Saucedo T, Unikel T. Conductas alimentarias de riesgo, interiorización del ideal estético de delgadez e índice de masa corporal. *Salud Mental*. 2008; 33(1):12-18.
5. Franco-Paredes K, Martínez-Moreno AG, Díaz-Reséndiz FJ, López-Espinoza A, Aguilera-Cervantes V, Valdés-Miramontes E. Conductas de riesgo y sintomatología de trastornos del comportamiento alimentario en estudiantes universitarios del Sur de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*. 2011; 1(2):102-111.
6. Setnick J. Micronutrient deficiencies and supplementation in anorexia and bulimia nervosa. *Nutr Clin Pract*. 2010; 25(2):137-142.
7. Mataix VJ, López JM. Valoración del estado nutricional. En: *Nutrición y alimentación humana*. Mataix VJ. Editorial Océano/Ergon; 1ª Edición, Madrid España. 2005, p. 261-262.
8. Unikel C, Saucedo-Molina TJ, Villatoro J, Fleiz C. Conductas alimentarias de riesgo y distribución del índice de masa corporal en estudiantes de 13 a 18 años. *Salud Mental*. 2002; 25(2):49-57.
9. World Health Organization. Child growth standards. 2007(consulted 15 de marzo de 2012) disponible en http://www.who.int/childgrowth/standards/imc_para_edad/en/index.html
10. Unikel-Santocini C, Nuño-Gutiérrez B, Celis-de la Rosa A, Saucedo-Molina TJ, Trujillo-Chi Vacuán EM, García-Castro F, et al. Conductas alimentarias de riesgo: prevalencia en estudiantes mexicanas de 15 a 19 años. *Rev Invest Clin*. 2010; 62(5):424-432.
11. Estudio Anual de la Industria de Investigación de Mercados y Opinión Pública en México. Décima Edición 2008, p. 1-31.
12. Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Secretaría de Salud, México 2006, p. 34-43.
13. Galiano-Segovia MJ, Moreno-Villares JM. El desayuno en la infancia: más que una buena costumbre. *Acta Pediatr Esp*. 2010; 68(8):403-408.
14. Ponce-Gómez G, Sotomayor-Sánchez SM, Salazar-Gómez T, Bernal-Becerril ML. Estilos de vida en escolares con sobrepeso y obesidad en una escuela primaria de México DF. *Revista de Enfermería Universitaria ENEO-UNAM*. 2010; 17(4):21-28.
15. Macedo-Ojeda G, Bernal-Orozco, López-Urriarte P, Vizmanos B, Rovillé-Sausse F. Hábitos alimentarios en adolescentes de la Zona Urbana de Guadalajara, México. *Atropo*. 2008; 16:29-41.
16. Fitzgerald A, Heary C, Nixon E, Kelly C. Factors influencing the food choices of Irish children and adolescents: a qualitative investigation. *Health Promot Int*. 2010; 25 (3):289-298.
17. Pérez-Salgado D; Rivera-Márquez JA, Ortiz-Hernández L. Publicidad de alimentos en la programación de la televisión mexicana: ¿los niños están más expuestos? *Salud Publica Mex*. 2010; 52(2):119-126.
18. Powell LM, Szczypka G, Chaloupka FJ. Exposure to food advertising on television among US children. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2007; 161:553-560.
19. Olaiz G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Ávila M, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006.

- Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006, p.67-109.
20. Dingemans AE, van Furth EF. Binge eating disorder psychopathology in normal weight and obese individuals. *Int J Eat Disord.* 2012; 45(1):135-138.
 21. López-Guevara SJ, Flores-Peña Y, Ávila-Alpirez H, Gallegos-Cabriales EC, Benavides-Torres RA, Cerda-Flores RM. Beneficios y barreras percibidos por adolescentes mexicanos para el consumo de frutas y verduras. *Arch Latinoam Nutr.* 2009; 59(2):174-178.
 22. Sámano R, Morales RM, Flores-García A, Lira J, Isoard F, De-Santiago, et al. Las adolescentes no pierden densidad mineral ósea en el posparto: estudio comparativo con adultas. *Salud Pública Mex.* 2011; 53(1):2-10.
 23. Sahingoz SA, Sanlier N. Compliance with Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) and nutrition knowledge levels in adolescents. A case study from Turkey. *Appetite.* 2011; 57 (1):272-277.
 24. Théodore F, Bonvecchio A, Blanco I, Irzarry L, Nava A, Carriedo A. Significados culturalmente construidos para el consumo de bebidas azucaradas entre escolares de la Ciudad de México. *Rev Panam Salud Pública.* 2011; 30(4):327-334.
 25. Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Méndez-Gómez I, Jiménez-Aguilar A, Mendoza-Ramírez J, Villalpando S. La obesidad en niños mexicanos en edad escolar se asocia con el consumo de alimentos fuera del hogar, por lo general durante el trayecto de la casa a la escuela o viceversa. *Arch Latinoam Nutr.* 2011; 61(3):288-295.

Recibido: 22-03-2012

Aceptado: 13-07-2012

Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes chilenos con historia familiar de enfermedades crónicas no transmisibles.

Raquel Burrows A., Eduardo Atalah S., Laura Leiva B., Pamela Rojas M., María Pía de la Maza C., Fabian Vásquez V., Lydia Lera M., Erick Díaz B.

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Departamento de Nutrición y Escuela de Nutrición y Dietética y de la Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

RESUMEN. La historia familiar (HF) de Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT), aumentaría el riesgo de síndrome metabólico (SM). En Chile, el SM afecta al 27% de niños con sobrepeso, y la hiperglicemia de ayuno (HA) es el trastorno menos prevalente (4.0%). El objetivo fue estudiar la prevalencia del SM y de los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) en niños con sobrepeso e HF de ECNT analizando su asociación con el número de parientes afectados y con la historia parental (HP). En 183 niños con $IMC \geq 85$ de $11,8 \pm 1,8$ años (86 varones) e HF (padres y/o abuelos) de ECNT, se evaluó el z IMC (CDC / NCHS), el perímetro de cintura, la presión arterial, la glicemia, la insulina, los triglicéridos y el colesterol-HDL. El SM y los FRCV fueron diagnosticados por el criterio de Cook y la insulinorresistencia (IR) por el HOMA-IR. Se utilizaron χ^2 , ANOVA, t Student y Willcoxon. La HF de DM2, hipertensión arterial y dislipidemia fue de 81,4 %, 88,0 % y 71,6 % respectivamente. La prevalencia del SM fue de 46,5%, asociándose a la magnitud del sobrepeso y a la HP de ECNT. La prevalencia de hipertrigliceridemia y de hiperglicemia de ayuno fueron de 54,6% y 31,4% respectivamente. No hubo asociación entre el número de parientes con HF y el perfil cardiovascular y metabólico del niño. Se concluye, que la HF de ECNT, se asocia a una mayor prevalencia del SM, de dislipidemia y de hiperglicemia de ayuno que la observada en población general de niños con sobrepeso.

Palabras clave: Síndrome metabólico, riesgo cardiovascular, historia familiar de ECNT, obesidad.

SUMMARY. Metabolic syndrome prevalence in Chilean children and adolescent with family history of chronic non-communicable diseases. Family history (FH+) of non transmissible chronic diseases (NTCD) increase MetS risk. In Chile, the MetS affects 27% of overweight children, and fasting hyperglycemia is very low prevalent (4,0%). The objective was to study the prevalence of MetS and the cardiovascular risk factors (CVRF) in overweight children with a family background of NTCD and analyze its association with the number of relatives with NTCD and with parental history (PH). In 183 overweight children (BMI ≥ 85) mean age $11,8 \pm 1,8$ (86 males) with a FH+ (parental or grandparental) of NTCD, were assessed the BMI z (CDC / NCHS), waist circumference, blood arterial pressure, fasting Glucose and Insulin (RIA), triglycerides, HDL chol. The MetS and the CVRF were diagnosed using the Cook phenotype and the insulin resistance (IR) through the HOMA-IR. χ^2 , ANOVA, t Student and Willcoxon test were performed. The frequency of FH+ of DM2, hypertension and dyslipidemia were 81,4 %, 88,0 % and 71,6 % respectively. The MeTS prevalence was 46,5 % associated to overweight magnitude an parental history of NTCD. The prevalence of hypertriglyceridemia was 54,6%, while fasting hyperglycemia affected 31,4% of the sample. There was no association between number of relatives with NTCD and CV risk profile. We conclude that in overweight children with FH+ of NTCD, the prevalence of MetS, dyslipidemia and fasting hyperglycemia are significantly higher, than those observed in the general population of obese children.

Key words: Metabolic syndrome, cardiovascular risk, Familial history chronic diseases, obesity

INTRODUCCION

A nivel mundial, coincidiendo con las tendencias de la dieta y los estilos de vida de la población, hay un aumento progresivo de la obesidad y sus comorbilidades: diabetes mellitus tipo 2 (DM2), hipertensión arterial (HTA) e infarto agudo al miocardio

(IAM) (1). La obesidad infantil, se asocia a un conjunto de factores de riesgo cardiovascular reconocidos como un síndrome metabólico (SM) que aumenta la predisposición a las enfermedades antes señaladas (2-5). Los seguimientos longitudinales permiten ponderar estos riesgos(4-6). El SM afecta a casi un tercio de los niños obesos y se asocia al depósito adiposo abdominal, a la

mala condición física y a una predisposición genética a la insulino resistencia (IR) (7-9). En niños chilenos que consultan por sobrepeso, se ha encontrado una prevalencia de SM de 27%, siendo la hipertrigliceridemia el trastorno metabólico más prevalente (39%) y la hiperglicemia de ayuno el menos prevalente (4%) (7).

La historia familiar (HF) de DM2, aumenta el riesgo de obesidad, de IR y de hiperglicemia de ayuno en población infantil (10-12). De la misma forma, la HF de coronariopatía y de dislipidemia, aumenta el riesgo de dislipidemia y aterosclerosis desde etapas tempranas de la vida (13,14). La Academia Americana de Pediatría (AAP), reconoce como la mejor estrategia para la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), la pesquisa y tratamiento temprano de los niños portadores del SM, ya que en ellos se concentra el mayor riesgo cardiovascular y metabólico, siendo la HF de DM2, dislipidemia, HTA y coronariopatía, uno de los elementos que recomiendan la pesquisa (15). El objetivo general de este trabajo, ha sido evaluar si la HF de ECNT (DM2, HTA, dislipidemia y/o IAM), es una variable asociada a un mayor riesgo cardiovascular y metabólico en niños con sobrepeso. Un objetivo específico fue evaluar la asociación entre el perfil cardiovascular y metabólico del niño con el número de familiares con historia positiva y otro, la influencia de la historia parental (HP) en la prevalencia del SM de sus hijos.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en 2 muestras de niños con sobrepeso ($IMC \geq p85$), de 8 a 15 años, de ambos sexos, seleccionados entre los años 2006 y 2008 en 4 establecimientos educacionales municipalizados de 2 comunas de Santiago de Chile para ser intervenidos con un protocolo integral de 4 meses el cual incluyó apoyo médico, nutricional, psicológico y con ejercicio físico. 73 niños fueron intervenidos en un centro de salud cercano a sus establecimiento (Proyecto "Canasta FONASA") y 110 en sus establecimientos (Proyecto Domeyko "Disrupción de la homeostasis metabólica y cardiovascular asociada a la obesidad infantil"). Los criterios de inclusión para ambas muestras fueron los mismos: tener sobrepeso ($IMC \geq 85$), estar cursando entre cuarto básico a segundo medio, antecedente de al menos un padre y/o abuelo con alguna ECNT (DM2, HTA, dislipidemia y/o coronariopatía) y el con-

sentimiento de los padres y niños para participar en el estudio. Ambos, estudios fueron aprobados por el Comité de Ética del INTA, de la Universidad de Chile.

Antropometría: El IMC, se calculó midiendo el peso y la talla con una balanza de precisión (SECA) con cartabón incluido de acuerdo a normas internacionales (metodología de Frankfurt). La magnitud del sobrepeso se calificó por el puntaje z del IMC (CDC/NCHS2000) como exceso de peso (entre $\geq +1$ y $< +2$), obesidad leve (entre $\geq +2$ y $< +3$), obesidad moderada ($\geq +3$ y $< +4$) y obesidad severa ($\geq +4$). El perímetro de la cintura (PC) se midió con cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA) aplicada por sobre la cresta iliaca, diagnosticándose obesidad abdominal si era $\geq p90$ de los referentes USA (16). El grado de pubertad se evaluó por los 5 estadios de Tanner (mama en la mujer y genital en el varón); la presión arterial diastólica (PAD) y sistólica (PAS) con un esfigmomanómetro de mercurio con manguito "ad hoc" según metodología estandarizada por el "Second Task Force" (17). Por encuesta "ad hoc" a la madre o tutor, se consignó el antecedente familiar de ECNT en padres, y/o abuelos.

Laboratorio.- Se extrajo en ayunas 10 ml de sangre venosa para medir la glicemia por método colorimétrico enzimático (GOD-PAP, Química Clínica Aplicada S.A.) y la insulinemia por radioinmunoanálisis (RIA Diagnostic Products Corporation). La resistencia insulínica basal se calculó a través del HOMA-IR (Insulina ayuno (uUI/mL) * Glicemia ayuno (mmol/L) / 22,5) (18). El perfil de colesterol (colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, y triglicéridos) se evaluó mediante metodología analítica seca (Vitros, Johnson & Johnson, Clinical diagnostics Inc.). Los padres de los niños del Proyecto Domeyko fueron invitados a chequearse los niveles de colesterol y glicemia en ayunas y 63 aceptaron (56 madres).

Diagnostico del SM y de la IR.- El SM se confirmó con la presencia de 3 de los 5 componentes del fenotipo de Cook (PC $\geq p90$, Pr. arterial $\geq p90$, TG ≥ 110 mg/dl, HDL ≤ 40 mg/dl o glicemia de ayuno ≥ 100 mg/dl) (8). Se consideró IR si el HOMA-IR era $\geq 2,1$ en (niños con Tanner 1-2) y $\geq 3,3$ (niños con Tanner 3-5), de acuerdo a referentes nacionales (19).

Procesamiento y análisis estadístico de los datos.- Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva (mínimos, máximos y tablas de frecuencias) para todas las variables. En las variables continuas se rea-

lizó el test de bondad de ajuste de Shapiro Wilk y test de homogeneidad de varianza. Aquellas con distribución normal, se expresaron como promedio y desviación estándar, en caso contrario como mediana y percentilos 25 y 75. Se utilizó test de Student o el test de Wilcoxon para muestras independientes para comparaciones por sexo, ANOVA para comparaciones entre grupos y χ^2 para estudiar asociaciones entre variables.

RESULTADOS

El 100% de los niños tenía al menos un padre ó abuelo con una ECNT. El 81,4 % (149) presentó HF de DM2, el 88,0% (161) de hipertensión arterial, el 71,6 % (131) de dislipidemia y el 18,0 % (33) de infarto al miocardio.

No hubo diferencias por sexo en las características antropométricas, metabólicas y cardiovasculares de la muestra (Tabla 1). El SM se presentó en el 46,5 % y la IR en el 41,6% de los niños asociándose ambos a la magnitud del sobrepeso ($p < 0.05$ y $p < 0.025$ respectivamente) (Figura 1). La Figura 2 muestra la distribución de los FRCV en la muestra; se destacan la hipertrigliceridemia en el 54,6% de los niños, la hipocolosterolemia HDL en el 38,9% y la hiperglicemia de ayuno en 31,4%. Hubo 2 niños con glicemias ≥ 126 mg/dL.

TABLA 1
Antropometría y Perfil metabólico y cardiovascular de la muestra por sexo

	VARONES 87 *	MUJERES 96 *
Edad (años)	11,9 (10,2-13,1) [#]	11,8 (10,3 -13,3)
IMC (ptje z)	3,1 (2,6-4,1)	2,7 (2,2 -3,2)
Cintura (cm)	91,9 (85,5 -97,4)	90,3 (83,6 -97,4)
PAS (mm Hg)	105 (100-113)	100 (100-110)
PAD (mm Hg)	70 (60-70)	65 (60-70)
Triglicéridos (mg/dL)	119 (91-165)	110 (80-153)
HDL- Col (mg/dL)	40 (34-48)	42 (35-50)
Glicemia (mg/dL)	95,2 (87,4-101,9)	93,7 (85,3-100,0)
Insulina (uUI/mL)	8,9 (5,3-13,0)	11,7 (6,3- 17,6)
HOMA-IR	2,1 (1,3-3,1)	2,7 (1,4-4,2)

HDL-Col: colesterol-HDL HOMA-IR: homeostasis model assessment insulinresistance IMC: índice de masa corporal PAS: presión arterial sistólica PAD: presión arterial diastólica.

* Número de casos

[#] Mediana (P25-P75)

No hubo diferencias significativas en el perfil antropométrico y cardiovascular de los niños, según el número de familiares afectados por una ECNT (Tabla 2). Hubo una mayor prevalencia de SM ($p < 0.05$) en los niños con historia parental (HP) de ECNT (52,5%) comparados con aquellos cuyos padres no tienen el antecedente de una ECNT (39,1%) (Figura 3).

DISCUSIÓN

En escolares con exceso de peso e HF de ECNT, la prevalencia del SM alcanzó un 46,5% con una asociación directa y significativa con la magnitud del sobrepeso. Esta cifra duplica lo observado en otros estudios (2 nacionales y uno norteamericano) de niños con sobrepeso de similar edad y diagnosticados con el mismo criterio, pero, en los que la HF no fue un requisito de inclusión, donde la prevalencia de SM fluctuó entre 27 y 29% (7, 8,20). Por otro lado, la historia parental (HP) de ECNT se asoció a una mayor prevalencia de SM (52,5% en los con HP+ vs 39,1% en los sin HP), lo que refleja el mayor impacto del antecedente paterno que el de los abuelos sobre el riesgo cardiovascular y metabólico (10, 15,22).

En esta muestra, donde la HF de DM2 fue la más prevalente (80,5%), hubo 2 niños con DM2 asintomática (glicemia de ayuno ≥ 126 mg/dl) y la hiperglice-

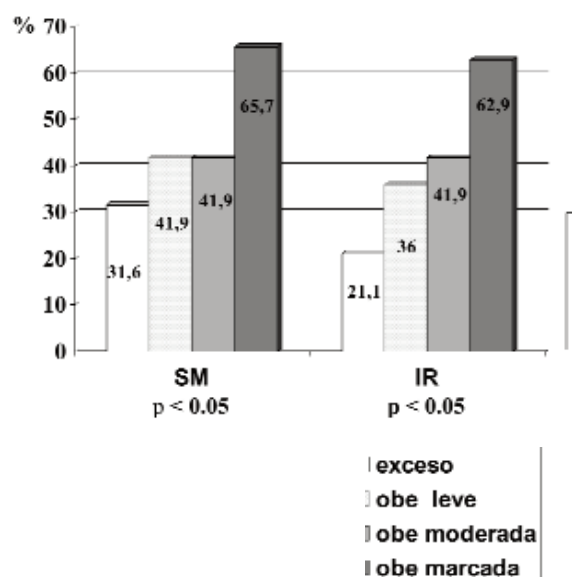


FIGURA 1.- Prevalencia del síndrome metabólico (SM) y de insulino resistencia (IR), según magnitud del sobrepeso

TABLA 2.
Antropometría y Perfil metabólico y cardiovascular según número de familiares con ECNT

	Número de familiares con historia familiar positiva de ECNT		
	1 a 2 (45) *	3 a 4 (63)*	5 (75)*
Edad (años)	12,1 (10,3-12,2) [#]	11,7 (10,2-13,2)	11,9 (10,6-13,3)
IMC (ptje z)	2,8 (2,3-3,6)	3,0 (2,3-3,7)	2,9 (2,5-3,5)
Cintura (cm)	90,3 (85,8-97,6)	90,2 (81,8-94,5)	91,0 (85,7-98,3)
PAS (mm Hg)	105 (100-110)	100 (100-110)	110 (100-115)
PAD (mm Hg)	62 (60-70)	65 (60-70)	70 (60-70)
Triglicéridos (mg/dL)	110 (78-132)	113 (83,5-167,5)	114 (83-174)
HDL- Col (mg/dL)	38 (35-46)	40 (34-47)	42 (37-51)
Glicemia (mg/dL)	92,3 (86,5-99,5)	93,1 (85,9-102,0)	95,9 (88,8-101,7)
Insulina (uUI/mL)	12,0 (6,5-18,1)	10,2 (5,7-14,2)	8,9 (5,6-18,2)
HOMA-IR	2,9 (1,5-4,2)	2,4 (1,3-3,2)	2,1 (1,3-4,3)

HDL-Col: colesterol-HDL HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance; IMC: índice de masa corporal; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica.

* Número de casos # Mediana (P25-P75)

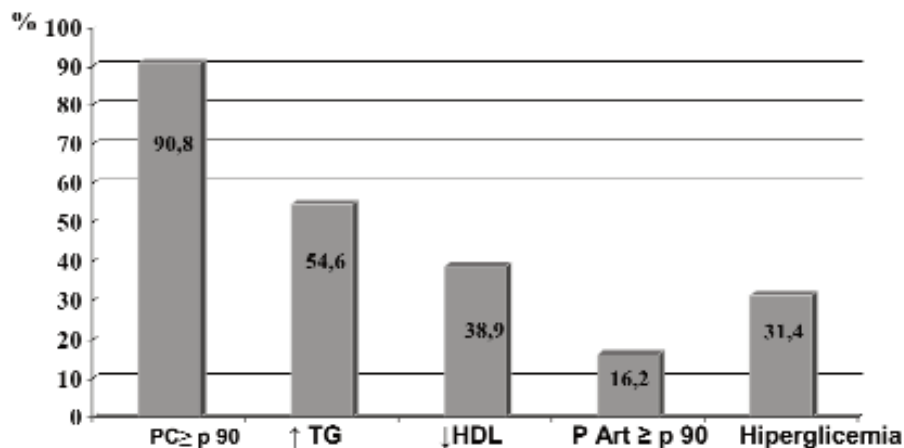


FIGURA 2
Prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular y metabólicos en los 183 niños y adolescentes.

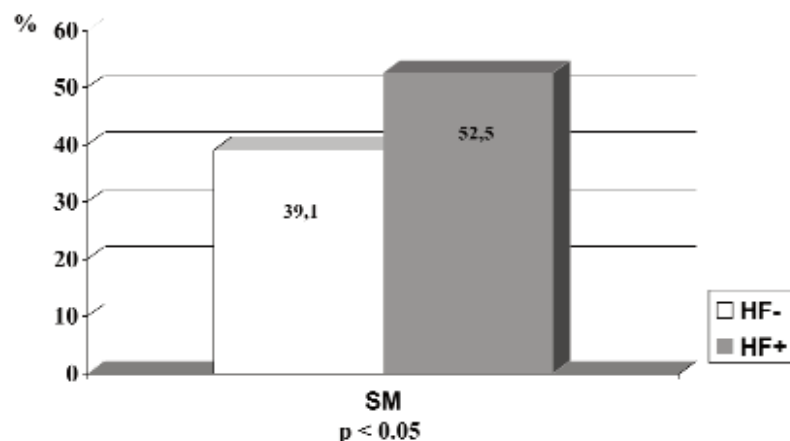


FIGURA 3
Prevalencia del Síndrome Metabólico según historia (HF) de ECNT en los padres.

mia de ayuno fue de un 31,4%, cifra también significativamente más alta que las observadas en los otros 3 estudios donde fluctuó entre 1,8% a 4,6% (7, 8, 20). Hay coincidencia en que la HF de DM2 aumenta el riesgo de intolerancia a la glucosa y de diabetes en la descendencia, especialmente cuando es parental (10, 11, 21, 22). En niños americanos hispánicos con sobrepeso e HF de DM2, la intolerancia a la glucosa afectó al 27%, sugiriendo un determinante genético familiar asociado a la susceptibilidad de daño de las células beta del páncreas más que a la IR (21). En nuestros niños, si bien la IR se asoció a la magnitud del sobrepeso, su prevalencia no fue más alta que la observada en los otros estudios nacionales, donde la hiperglicemia de ayuno fue muy poco prevalente, lo que estaría apoyando lo planteado por Cruz y cols (21). La Asociación Americana de Diabetes (ADA) señala que la HF es uno de los elementos que justifica el screening para diagnosticar la DM2 en población obesa menor de 18 años (15).

En esta muestra, donde la HF de dislipidemia alcanzó un 70,8%, la hipertrigliceridemia afectó al 54,6% de los niños, cifra también significativamente más alta que las observadas en otros estudios de niños con sobrepeso (39% y 28,7%) (7,8). Un estudio nacional (1996), mostró que los niños con HF de coronariopatía, tenían niveles de colesterol total, triglicéridos, y lipoproteína A, significativamente mayores a la de niños sin antecedente familiar (14). La AAP si bien modificó (2008) los puntos de corte para diagnosticar la dislipidemia, mantuvo la recomendación de realizar un screening de lípidos en todo niño con HF de coronariopatía y/o cuando uno de los padres tiene un colesterol total ≥ 240 mg/dL, independiente de su estado nutricional (13,15).

La falta de asociación entre el perfil cardiovascular y metabólico del niño y el número de familiares portadores de una ECNT podría tener varias explicaciones. El ambiente (dieta y actividad física entre otros) es un fuerte determinante en la variabilidad de la expresión genética de estas enfermedades. Por otro lado, en la mayoría de los casos sólo contamos con la información de quienes conocen ser portadores de alguna ECNT, desconociéndose la existencia de los falsos negativos y esto lo reconocemos como una debilidad del estudio. De 63 padres y madres de este estudio, que aceptaron hacerse una glicemia y un perfil de colesterol, hubo 8 (12,6%) que desconocían ser diabéticos (4) y/o tener

hiperglicemia de ayuno (4) y 25 (39,7%) que desconocían tener una dislipidemia. Otra debilidad de este estudio, es la falta de un grupo control sin HF, lo que obligó a comparar a estos niños con el de otros estudios no dirigidos por HF que pueden diferir en variables étnicas, ambientales y familiares. Sin embargo, nuestros resultados coinciden con otros que incluyen diversos y diferentes grupos étnicos y utilizan distintas metodologías para el diagnóstico de la HF (10, 12, 14, 21, 23).

Si bien el Servicio de Prevención de USA (TASK Force) no ha logrado consensuar un criterio para diagnosticar el mayor riesgo biológico asociado al SM en población pediátrica, tanto la AAP como la Asociación Americana del Corazón utilizan la HF de diabetes y/o dislipidemia como uno de los factores para focalizar tanto la pesquisa de niños con alto riesgo biológico como las intervenciones (15,24). La OMS y la OECD (2008) desarrollaron un modelo para facilitar los estudios de costo beneficio de las intervenciones preventivas de las ECNT (1). Este, considera como factores de riesgo distales a la dieta (baja en fibra y alta en grasa) y al sedentarismo, como factor intermedio al peso corporal y como factores proximales a la presencia de HTA, dislipidemia e hiperglicemia de ayuno, pero no incluye la historia familiar.

Los resultados de este estudio, confirman la asociación de la HF de ECNT con un mayor riesgo cardiovascular y metabólico asociado al sobrepeso. De esta forma, la HF obligaría a un especial énfasis en la consejería a los padres sobre la promoción desde edades tempranas de hábitos y estilos de vida saludables en sus hijos. Aún cuando la HF puede contribuir a focalizar niños de mayor riesgo biológico, su ausencia, no podría ser utilizada para excluir niños obesos de un eventual screening o de una intervención. El desconocimiento por parte de la familia, especialmente de los padres, de si son portadores de una ECNT, contribuye a un porcentaje no despreciable de falsos negativos, lo que obliga a considerar además otros factores de riesgo como son la magnitud y distribución de la obesidad, la inactividad física, la presencia de síndrome de ovario poli quístico, y el tabaquismo entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Un especial reconocimiento a todos los niños del estudio y a sus padres, porque sin su participación no hubiera sido posible generar estos conocimientos.

REFERENCIAS

1. Cecchini M, Sassi F, Lauer JA, Lee YY, Guajardo Barrón B, Chisholm D. Tackling of unhealthy diets, physical inactivity and obesity: health effects and cost-effectiveness. *Lancet* 2010; 376:1775-1784.
2. Daniels S.R. Jacobson MS, McCrindle BW, Eckel RH, McHugh Sanner B et al.. American Heart Association Childhood Obesity Research Summit Report. *Circulation* 2009. 119(15): p. e 489-517.
3. Cornier M.A., et al., The metabolic syndrome. *Endocr Rev*, 2008. 29(7): p. 777-822.
4. Morrison J.A, Aronson Friedman L, Wang P., Glueck CJ, Metabolic syndrome in childhood predicts adult metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus 25 to 30 years later. *J Pediatr*, 2008. 152(2): p. 201-206.
5. Sun S.S., Liang R, Huang JJK, Daniels SR, Arslanian S, Liu K, et al. Childhood obesity predicts adult metabolic syndrome: the Fels Longitudinal Study. *J Pediatr* 2008. 152(2): p. 191-200.
6. Huang T, Nansel T, Belsheim A, Morrison J. Sensitivity, specificity and predictive values of pediatric metabolic syndrome components in relation to adult Metabolic Syndrome. *J Pediatr* 2008;152:p.185-190
7. Burrows R, Weisstaub G, Ceballos Z, Gattas V, Leiva L., Lera L, et al. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica, grado y distribución del sobrepeso. *Rev Med Chile*, 2007. 135: p.174-181.
8. Cook S., Aunguer P, Li C, Ford ES. Metabolic syndrome rates in United States adolescents, from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002. *J Pediatr* 2008;152(2):p.165-170.
9. Juarez-Lopez, C. Klünder-Klünder M, Medina-Bravo P. Madrigal-Azcárate A. Mass-Díaz E. Flores-Huerta S. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health* 2010;10: p.318- 324.
10. Rodriguez Moran M, Guerrero R F, Aradillas GC, Violante R, Simental ML, Monreal EE et al.. Obesity and family history of diabetes as risk factors of impaired fasting glucosa. *Pediatrics Diab* 2010;11: p.331-336
11. Wei JN, Li HY, Chiang LM, Lin MS, Lin CH, Sung FCH. Detailed family history of diabetes identified children at risk of type 2 diabetes. *Pediatrics Diab* 2010;11: p.258-264.
12. Danadian K, Balasekaban G, Lewy V, Meza MP, Robertson R, Arslanian SA. Insulin sensitivity in African-American children with and without family history of type 2 diabetes. *D Care* 1999; 22: p.1325-1329.
13. Daniels SR, Greer FR, and Committee on Nutrition. Lipid Screening and cardiovascular health in childhood. *Pediatrics* 2008;122: p.198-208.
14. Casanueva V, Cid X, Calvo C, Chiang MT, Ulloa N, Milos C et al. Lipoproteina en niños y adolescents con historia familiar de enfermedad coronaria. *Rev Med Chil* 1996;124: p.799-804
15. Spiotta R, Luma GB,. Evaluating obesity and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Am Fam Physician* 2008;78 (9): p.1052-1058.
16. Fernandez JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European American and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004;145: p.439-444.
17. Task Force report on hightblood pressure in children and adolescent. National Health, Lung and blood Institute. Update on the 1987. *Pediatrics* 1996; 98: p.649-658.
18. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis Model Assessment insulinresistance and Beta cell function from fasting glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28: p.412-419.
19. Burrows R, Burgueño M, Gattas V, Leiva L., Maggi A, Jiadrosic V, et al. Sensibilidad Insulinica determinada a través de HOMA y QUICKI en niños de 6 a 15 años. *Rev Med Chil*.2006;134: p.1417-1426
20. Eyzaguirre F, Silva R, Román S, Palacio A, Cosentino M, Vega V, et al. Prevalencia de síndrome metabólico en niños y adolescentes que consultan por obesidad. *Rev Med Chile* 2011; 139: p.732-738
21. Cruz ML, Weigensberg MJ, Huang TK, Ball G, Shaibi GQ, Goran M. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89: p.108-113.
22. Papazafiropoulou A, Sotiropoulou A, Skliros E, Kardara M, Kokolaki A, Apostulou O, Pappas S. Familial history od diabetes and clinical characteristics in Greek subjects with type 2 diabetes. *BMC End Dis* 2009; 9: p.12-18
23. Kuo CK, Lin LY, Yu YH, Chang CH, Kuo HK. A family history of diabetes mellitus is associated with poor glycemic control and increased metabolic risks among people with diabetes:data from NHANES 1999-2004. *Inter Med* 2010;49: p.549-555.
24. American Diabetes Association . Screening for type 2 diabetes. *Diab Care* 2003;26: (s) 21-24

Recibido: 21-11-2011
 Aceptado: 22-06-2012

Estado nutricional y carencias de micronutrientes en la dieta de adolescentes escolarizados de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.

Rosa María Valdez López, Josefina Fausto Guerra, Isabel Valadez Figueroa, Alfredo Ramos Ramos, Oscar Loreto Garibay, Martha Villaseñor Farias.

Departamento de Salud Pública del Centro Universitario de Ciencias de la Salud, de la Universidad de Guadalajara. México

RESUMEN. Las deficiencias de micronutrientes son una parte importante, del más amplio y serio problema de la malnutrición. La adolescencia constituye una etapa de gran riesgo nutricional debido al aumento de necesidades, cambios de hábitos alimentarios y posibles situaciones de riesgo. Existe evidencia documentada de deficiencia de micro nutrimentos entre la población de México. El objetivo del trabajo fue determinar el estado nutricional del adolescente escolarizado y la ingestión de micronutrientes en su dieta. La muestra estuvo conformada por 307 adolescentes. Se analizó la composición corporal a través de indicadores antropométricos. Para determinar la ingestión de micro nutrimentos se utilizó el recordatorio de 24 horas y el software Mexfoods. Los porcentajes que indican una ingestión adecuada se clasificaron según los siguientes puntos de corte: debajo de los requerimientos mínimos, cuando la ingesta fue <50%; cubren requerimientos mínimos $\geq 50\%$ y <75%; y exceden requerimientos mínimos cuando fue $\geq 75\%$. El IMC indicó que el 21.8 % de estudiantes de ambos sexos presentaron desnutrición mientras que la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 27.9%. Los resultados de la ingestión de micro nutrimentos indicaron deficiencias significativas en hierro ($p = 0.002$), zinc ($p = 0.000$) y calcio ($p = 0.002$). Las vitaminas del complejo B fueron las que presentaron menores porcentajes de insuficiencias. Se identificó que la dieta de los adolescentes presenta carencias significativas de micro nutrimentos y siendo las mujeres las que resultaron con mayores deficiencias. Urge establecer estrategias destinadas a reducir los problemas derivados del déficit en la alimentación de los adolescentes.

Palabras clave: Estado nutricional, micro nutrimentos, dieta, adolescente.

SUMMARY. Nutritional state and shortcoming of micronutrients on schooled youth's diet on the metropolitan zone of Guadalajara Jalisco. The adolescence is a stage of high nutritional risk due to the increased requirements, changes in eating habits and potential risk. There are documented evidence of micronutrient deficiency among the population of Mexico. To evaluate the nutritional status and micronutrient deficiencies in the diet of adolescents. The sample consisted of 307 adolescents. We analyzed the body composition by using anthropometric indicators. To determine the intake of micronutrients, the 24 hours reminder and software Mexfoods were used. The percentages that indicate adequate intake were classified according to the following breakpoints: Below minimum requirements, when intake was <50%; minimum requirements covered $\geq 50\%$ and <75%; and exceed minimum requirements when it was $\geq 75\%$. The BMI indicated that 21.8% of students of both sexes showed malnutrition and the prevalence of overweight and obesity was 27.9%. The micronutrient intake results indicated significant deficiencies in iron ($p = 0.002$), zinc ($p = 0.000$) and calcium ($p = 0.002$). The B-complex vitamins were those that had lower failure rates. We identified that the diet of adolescents has significant micronutrient deficiencies and that adolescent girls resulted with the major deficiencies. It is urgent to develop strategies, to reduce the problems of food deficit in adolescents.

Key words: Nutritional status, micronutrients, diet, adolescent.

INTRODUCCIÓN

El estado nutricional de los adolescentes, está determinado por la naturaleza, calidad y proporción de alimentos que consume y esto tiene gran importancia para su desarrollo físico y mental, pues este período se caracteriza por un crecimiento intenso. La mala nutrición que resulta del consumo deficiente de alimentos o nutrimentos se conoce genéricamente como desnutrición, mientras que la

mala nutrición que resulta del consumo excesivo de alimentos conduce al sobrepeso o a la obesidad, ambos reconocidos como factores de riesgo de varias enfermedades (1-2).

La adolescencia constituye una etapa de gran riesgo nutricional debido al aumento de las necesidades, los cambios de hábitos alimentarios y las posibles situaciones de riesgo como actividades deportivas, enfermedades crónicas y embarazos

entre otras (3-5). En esta etapa los requerimientos energéticos y de otros nutrimentos son mucho mayores que en etapas previas debido al intenso crecimiento. Especial importancia tienen los micronutrimentos como el Hierro, Calcio y Zinc ya que muchas veces no se cubren mediante la dieta diaria. El aumento del gasto energético requiere un mayor aporte de tiamina, riboflavina y niacina muy importantes en el metabolismo de los hidratos de carbono, grasa y proteínas. La formación de nuevos tejidos supone una mayor síntesis de DNA y RNA por lo que son necesarias la vitamina B₁₂ y ácido fólico. Al aumentar la síntesis proteica aumentan las necesidades de vitamina B₆. También participan en la estructura y función celular las vitaminas A, C y E.

Se ha observado que en esta etapa, los jóvenes adquieren más libertad para decidir que alimentos van a consumir, se saltan comidas, éstas se tornan rápidas u omiten algunos alimentos, propiciando graves errores en la alimentación ya sea por déficit o por exceso (6-8).

Existe evidencia documentada de desnutrición por deficiencia de micro nutrimentos entre la población de México, siendo la anemia y las carencias de micronutrientes sumamente frecuentes en nuestro país. La Encuesta Nacional del 1999 y 2006 revelaron que entre un cuarto y la mitad de los niños, tenía una o varias carencias de micronutrientes. En la encuesta de 1999, la prevalencia de insuficiencia de hierro, zinc y vitamina A, era del 33% y en la del 2006 del 27%. Sin embargo estos reportes indican que este padecimiento afecta principalmente a niños menores de cinco años y no se tiene información con relación a los adolescentes escolarizados de nuestro medio. Por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar el estado nutricional del adolescente escolarizado y la ingestión de micronutrientes en su dieta (9-11).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, en adolescentes adscritos a la escuela secundaria mixta No. 53 del turno matutino, del ciclo escolar 2007-2008. De un total de 675 alumnos, se calculó una muestra con una prevalencia del problema a investigar de 39% (12) y un error de 0.05, Nivel de Confianza del 95 % y una tasa de no respuesta del 5%, quedando constituida por 307 adolescentes los cuales fueron seleccionados a través de un muestreo aleatorio simple. Se informó tanto a los padres como a cada participante

la naturaleza, propósitos y posibles beneficios del estudio, obteniendo de todos ellos por escrito el consentimiento informado. Las variables en estudio fueron: Edad, sexo, peso y estatura con los que se determinó el Índice de Masa Corporal (IMC) con la fórmula del producto del peso/talla² (kg/m²). El peso se tomó con la báscula marca seca modelo 760, con el adolescente descalzo y en ropa ligera y las lecturas se redondearon a 100 g., la estatura se registró con un estadiómetro marca seca adosado a la pared. Con la medición de los pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y supraileaco) se estimó el porcentaje de grasa mediante la fórmula de Durnin-Womersley 1974 (13). El Índice Cintura Cadera (ICC) se obtuvo con los datos de las circunferencias de cintura en el numerador y la circunferencia de cadera en el denominador, considerándose de riesgo elevado para la salud cuando el resultado fue ≥ 0.80 (14). La circunferencia de cintura se midió con cinta métrica flexible en el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca, con la cinta paralela al suelo, tomando la medida después de la inspiración y la medición de la cadera se realizó en el punto máximo del perímetro de los glúteos.

Para determinar los micronutrimentos contenidos en los alimentos ingeridos por los adolescentes, se utilizó la encuesta de recordatorio de 24 horas. Las cantidades de los alimentos ingeridos y referidos por los alumnos se registraron a través de la formulación de una pregunta cerrada en la cual debían hacer constar las raciones de alimentos consumidos en los tres tiempos de comida y entre comidas, todo esto con previa capacitación a los adolescentes del concepto de ración y sus equivalentes en medidas caseras de acuerdo a la pirámide de la Sociedad Española de Nutrición (2004 y actualizada en el 2008) (15). La evaluación antropométrica y dietética fue realizada por nutriólogos adiestrados. Los porcentajes que indicaron una ingestión adecuada se clasificaron según los siguientes puntos de corte: Por debajo de los requerimientos mínimos cuando la ingesta fue $< 50\%$ de lo mínimo recomendado; cubren los requerimientos mínimos cuando fue $\geq 50\%$ y $< 75\%$; y exceden los requerimientos mínimos cuando fue $\geq 75\%$. La adecuación se determinó de acuerdo a los valores de la ingestión dietética recomendada para la población mexicana (16) de Vitamina A, C, B₂, B₆, B₁₂ y Acido Fólico y minerales: Hierro, Calcio y Zinc, estos según la edad y el sexo. Para el cálculo del consumo total de micronutrimentos se utilizó el

software Mexfoods (17), que es una versión computarizada de las tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. El propio programa transformó los datos del consumo alimentario en la ingestión de cada uno de los micronutrientes.

Los datos recolectados fueron procesados y analizados, en conjunto en el programa EPI INFO 3.4 para Windows. Para caracterizar la muestra por las diferentes variables en estudio, se utilizó la medida de posición promedio y la medida de dispersión: desviación estándar (DE) tanto para las ingestas estimadas como para las Ingesta Diaria Recomendada (IDR) para la edad y para el sexo. El análisis estadístico fue llevado a cabo mediante el test de la t de Student, considerándose diferencias estadísticamente significativas para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Se trata de un estudio observacional transversal realizado en la Escuela Secundaria No. 53 mixta del turno matutino en el Municipio de Guadalajara, Jalisco. Este se llevó a cabo en una muestra de 307 adolescentes, el 57.7% fueron del sexo masculino y el 42.3% del género femenino, la edad promedio fue de 13.0 ± 2.673 años. De acuerdo al Índice de Masa Corporal el 21.8% de los estudiantes en ambos sexos presentaron bajo peso, mientras que la prevalencia de sobrepeso fue de 8.1%, y de obesidad del 19.8% (Tabla 1).

Los resultados del Índice Cintura Cadera indicaron que tanto en el sexo masculino (31.3%) como el femenino (31.4%) presentaron con mayor frecuencia un ICC clasificado como de riesgo alto (Tabla 2).

En cuanto al porcentaje de grasa, los estudiantes clasificados con sobrepeso y obesidad según IMC, los resultados indicaron mayor frecuencia en la categoría de obesos. Cabe destacar que los alumnos que presentaron sobrepeso no hubo diferencias entre hombres y mujeres, mientras que los adolescentes que registraron obesidad I la

prevalencia más alta, fue en los hombres (24.4% vs 16.2%) y los alumnos con obesidad II la frecuencia más alta se presentó en las mujeres (12.7% vs 15.1%) (Tabla 3).

En cuanto al análisis del consumo promedio de los micronutrientes en la categoría por debajo del requerimiento mínimo (<del 50%), encontramos que en la ingestión de hierro y zinc, llama la atención que son las mujeres las que presentan mayores deficiencias (50.8% y 91.5%) respectivamente. Sin embargo en la vitamina C son los hombres los que registraron en

TABLA 1.
Distribución porcentual de adolescentes por sexo, según categorías de clasificación del IMC

	Hombres n=177		Mujeres n=130	
	No.	%	No.	%
IMC bajo peso	37	12.0	30	9.8
IMC Normo peso	94	30.6	60	19.5
IMC Sobrepeso	13	4.2	12	3.9
IMC Obesidad	33	10.7	28	9.1
Total	177	57.7	130	42.3

Fuente: Encuesta directa

TABLA 2.
Relación de Índice Cintura Cadera (ICC) por sexo en adolescentes

ICC	Hombres		Mujeres		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Riesgo bajo	20	23.2	12	13.9	32	37.2
Riesgo alto	27	31.3	27	31.4	54	62.8
Total	47	54.5	39	45.3	87	100.0

Fuente: Encuesta directa

TABLA 3.
Porcentaje de grasa que presentaron los adolescentes con sobrepeso y obesidad

Porcentaje de grasa corporal	Estado Nutricio y sexo											
	Sobrepeso				Obesidad I				Obesidad II			
	H		M		H		M		H		M	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Graso	3	3.4	2	2.3	1	1.1	0	0.0	0	0.0	1	1.1
Obeso	10	11.6	10	11.6	21	24.4	14	16.2	11	12.7	13	15.1
Total	13	15.1	12	13.9	22	25.5	14	16.2	11	12.7	14	16.2

Fuente: Encuesta directa

mayor proporción déficit (70.6% en hombres vs 62.3% en mujeres). Cabe destacar que el consumo promedio de vitamina B₂, B₆ y B₁₂ en ambos sexos se identificaron mayor prevalencia en la ingesta por arriba de lo mínimo recomendado (> 75%). En lo que respecta al consumo promedio de Calcio las deficiencias se presentaron tanto en mujeres como en hombres (74.5% vs 62.6%). Igual situación se presentó en la vitamina A y el ácido fólico, sin embargo en la primera, la mayor frecuencia se ubicó en los hombres (74.0%) y en el segundo se presentó en mayor proporción en las mujeres (80.0%) (Tabla 4).

Al analizar la ingesta de micro nutrientes, por sexo y estado nutricional, se identificaron deficiencias

importantes de hierro (<50% de los requerimientos mínimos) en ambos sexos y en las tres categorías de estado nutricional, sin embargo la prevalencia más alta se presentó en mujeres con sobrepeso y obesidad (75.6%). Con respecto al zinc llama la atención que las altas prevalencias se registraron en ambos sexos, en la categoría de normo peso (93.6% y 92.6% respectivamente). La deficiencia de vitamina C, la mayor frecuencia se observó en el género masculino tanto en la categoría de desnutrición (71.4%) como en la de sobrepeso y obesidad (74.4%). Otro micro nutriente en la que hubo deficiencias significativas en ambos sexos fue el calcio sin embargo en las mujeres se presentó en la categoría de desnutrición (82.7%); mientras

TABLA 4

Consumo promedio de micro nutrientes en hombres y mujeres adolescentes según las recomendaciones de ingestión de nutrientes para la población mexicana

Ingestión de Micronutrientos	Mujeres			Hombres		
	<del 50%	50-75%	> 75%	<del 50%	50-75%	> 75%
Micronutrientos						
Hierro mg/día	50.8%	39.9%	1.5%	44.0%	51.4%	4.4%
Zinc mg/día	91.5%	4.6%	3.8%	83.6%	5.6%	10.7%
Vitamina C mg/día	62.3%	1.5%	36.1%	70.6%	2.2%	27.2%
Vitamina B2 mg/día	20.0%	20.3%	77.7%	18.6%	2.8%	78.5%
Vitamina B6 mg/día	42.3%	5.4%	52.3%	20.9%	16.9%	77.4%
Vitamina B12 mg/día	34.6%	13.8%	51.5%	25.4%	16.4%	58.2%
Calcio mg/día	74.5%	33.8%	3.2%	62.6%	24.3%	0.76%
Vitamina A ER**/día	65.3%	4.6%	29.9%	74.0%	2.8%	23.1%
Ácido fólico µg/día	80.0%	1.6%	18.5%	70.5%	2.2%	27.0%

Fuente: Encuesta directa

**ER Equivalente de Retinol

TABLA 5

Carencias de micro nutrientes que presentan los adolescentes según estado nutricional en relación a las recomendaciones de ingestión de nutrientes para la población mexicana

Micronutrientos	Mujeres < del 50%			Hombres < del 50%		
	Desnutrido	Normal	Sobrepeso Obesidad	Desnutrido	Normal	Sobrepeso Obesidad
Hierro mg/día	72.4%	63.3%	75.6%	51.4%	66.3%	65.9%
Zinc mg/día	82.7	3.3	82.9	80.0	92.6	82.9
Vitamina C mg/día	65.5	0.0	53.6	71.4	66.3	74.4
Vitamina B2 mg/día	17.2	30.0	19.5	5.7	13.6	25.5
Vitamina B6 mg/día	48.2	51.6	56.0	28.6	34.7	46.8
Vitamina B12 mg/día	31.0	40.0	31.7	28.6	28.4	34.0
Calcio mg/día	82.7	75.0	60.9	65.7	67.3	85.1
Vitamina A ER**/día	68.9	71.6	68.3	57.1	72.6	72.3
Ácido fólico µg/día	82.7	76.6	85.3	71.4	76.8	65.9

Fuente: Encuesta directa

**ER Equivalente de Retinol

que en los hombres se ubicó en la categoría de sobrepeso y obesidad (85.1%). En cuanto a la vitamina A las prevalencias más altas se encontraron en los hombres tanto en las categorías de normo peso (72.6%) como en los que presentaron sobrepeso y obesidad (72.3%). Con respecto al déficit de ácido fólico la mayor prevalencias se encontró en el género femenino, tanto en las desnutridas (82.7%) como en las que presentaron sobrepeso y obesidad (85.3%) (Tabla 5).

En la Tabla 6 se reflejan los valores medios de la ingesta de micro nutrientes. Cabe destacar que a pesar de que hubo deficiencias importantes en la mayoría de los micro nutrientes solo fueron estadísticamente significativos *el hierro* (mg/día) con una ingestión media en mujeres de 17.26 ± 10.51 , mientras que en los hombres fue de 21.23 ± 11.54 ($p = 0.00$); *el zinc* (mg/día) con una ingestión media en mujeres de 6.34 ± 4.90 vs la ingesta media de 8.41 ± 4.11 ($p = 0.000$) y finalmente *el calcio* (mg/día) con un consumo medio de 910.16 ± 509.21 en mujeres vs el consumo medio en hombres de 1110.80 ± 579.14 ($p = 0.002$).

DISCUSIÓN

En cuanto al estado nutricional de los adolescentes, los resultados obtenidos en el presente trabajo no son muy diferentes a otros estudios que señalan que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en el estado de Jalisco es del 27.7% y en este estudio fue del 27.9% (18). Debemos reconocer las limitaciones del presente estudio en lo que respecta a la determinación de

micronutrientes a través de un solo recordatorio de 24 hrs. Sin embargo se ha mencionado que los estudios con una sola medición a través del recordatorio de 24 hrs. es útil para contrastar el consumo alimentario de subgrupos poblacionales o para examinar tendencias a través del tiempo (19). De esta forma no asumimos la inferencia de resultados a la población general de referencia. En la ingesta de micronutrientes se destaca que un alto porcentaje de adolescentes no cubren las recomendaciones mínimas. La deficiencia de hierro en los jóvenes está relacionada con un insuficiente consumo de nutrientes comparado con las grandes demandas por el crecimiento y en particular las mujeres por las pérdidas sanguíneas en la menstruación. Los datos reportados en este estudio, corroboran deficiencias importantes de este micro nutriente. También se observó carencias significativas en el consumo de calcio principalmente en las mujeres, lo cual es una situación preocupante pues está relacionado a problemas de osteoporosis en la etapa adulta. Los resultados observados de déficit en estos micronutrientes son similares a los que reporta Maritza Landaeta (20). Por su parte las deficiencias de ácido fólico identificadas en el presente trabajo aunque no fueron estadísticamente significativas un alto porcentaje de adolescentes del sexo femenino presenta deficiencias. Los datos actuales del déficit de ácido fólico, apuntan a que la insuficiencia de folato constituye un problema de salud, el cual afecta fundamentalmente a las embarazadas y a las adolescentes, debido al requerimiento aumentado en respuesta a períodos de rápido crecimiento, algunas investigaciones recientes señalan la repercusión de esta carencia en el estado de salud de la mujer en edad reproductiva (21). Otros micronutrientes como: vitamina A, C, y del complejo B, son esenciales para mantener un buen estado nutricional y de salud, los resultados del presente estudio constatan también deficiencias en estos micro nutrientes pero en menor proporción. De acuerdo a lo anterior la

TABLA 6
Valores medios de ingesta de micro nutrientes que presentan los adolescentes según sexo

Micronutrientes	Mujeres media \pm DE	Hombres media \pm DE	P
Hierro mg/día,	17.26 ± 10.51	21.23 ± 11.54	0.002
Zinc mg/día,	6.34 ± 4.90	8.41 ± 4.11	0.000
Vitamina C mg/día,	65.50 ± 82.02	64.37 ± 93.71	0.912
Vitamina B2 mg/día,	2.15 ± 1.53	2.18 ± 1.89	0.113*
Vitamina B6 mg/día,	2.44 ± 8.32	2.01 ± 3.11	0.007*
Vitamina B12 mg/día,	4.33 ± 4.92	5.09 ± 5.32	0.218
Calcio mg/día	910.16 ± 509.21	1110.80 ± 579.14	0.002
Vitamina A ER**/día	933.58 ± 1421.98	822.96 ± 1421.98	0.395*
Ácido fólico μ g/día	245.98 ± 348.36	281.19 ± 333.04	0.3629

Fuente: Encuesta directa

* Kruskal-Wallis H

**ER Equivalente de Retinol

incidencia en problemas de malnutrición en los adolescentes requiere de un análisis sobre la situación que permita especular sobre el pronóstico para los próximos años y los desafíos que ellos implican con el fin de formular intervenciones. En ese sentido se debería establecer una serie de estrategias destinadas a reducir los problemas derivados del déficit y/o exceso. Por lo tanto urge establecer estrategias destinadas a reducir los problemas derivados del déficit en la alimentación de los adolescentes.

AGRADECIMIENTO

Nuestro reconocimiento a los directivos de la escuela secundaria mixta No. 53, de la Zona Metropolitana de Guadalajara, así como a sus alumnos por su participación y colaboración para la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS

- Casanueva E, Roselló M, Unikel C. Alimentación y nutrición en el adolescente. En: Casanueva E, Kauffer M, Pérez A, Arroyo P, editores. *Nutriología Médica*. México, D.F.: Editorial Médica Panamericana.; 2008. p. 119-140.
- Cervera P, Clapes J, Rigolfas R. Alimentación y dietoterapia. 3 ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España; 1998.
- Vizmanos B, Hunot C, Capdevila F. Alimentación y obesidad. *Rev Inv Salud*. 2006; 8(2):79-85.
- Briones N, Cantú P. Estado nutricional de adolescentes: riesgo de sobrepeso en una escuela secundaria pública de Guadalupe, México. *Rev Salud Pub Nutr*. 2003; 4(1).
- Romero E, Campollo O, Castro J, Cruz R, Vásquez E. Hábitos de alimentación e ingestión de calorías en un grupo de niños y adolescentes obesos. *Bol Med Hosp Infant Méx* 2006; 63(3):187-95.
- Hidalgo M. Requerimientos nutricionales en el adolescente. En: Del Pozo Machuca J, editor. *Tratado de pediatría extra hospitalaria*. Murcia: Sociedad Española de Pediatría Extra hospitalaria y Atención Primaria; 2001. p. 97-103.
- Martínez C, Veiga P, López de Andrés A, Cobo J, Carvajal A. Evaluación del estado nutricional de un grupo de estudiantes universitarios mediante parámetros dietéticos y de composición corporal. *Nutr Hosp*. 2005; 20(3):197-203.
- Bourges H, Casanueva E, Rosado J. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. México, D.F.: Médica Panamericana; 2005.
- Secretaría de Salud y Asistencia, Dirección General de Epidemiología. Encuesta Nacional de Nutrición. México, D.F.1999. p. 2-10.
- Olaiz G, Rivera J, Shamah T, Rojas R, Villalpando S, Hernández M, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006.
- Sepúlveda J, Bustreo F, Tapia R, Rivera J, Lozano R, Olaiz G, et al. Aumento de la sobrepeso en menores de cinco años en México: la estrategia diagonal. *Salud Pública Méx*. 2007; 49(1):110-25.
- Landaeta J, García M, Bosch V. Principales deficiencias de micronutrientes en Venezuela. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2003; 9(3):117-27.
- Durnin J, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974; 32(01):77-97.
- Ávila H, Caraveo V, Valdez R, Tejero E. Evaluación del estado de nutrición. In: Casanueva E, Kauffer M, Pérez A, Arroyo P, editores. *Nutriología Médica*. México, D.F.: Editorial Médica Panamericana; 2008. p. 749-783.
- Nutriguía. La nueva pirámide nutricional 2004. [28 junio 2009]; disponible en: <http://www.nutriguia.com/?T=STORY;topic=tbl;id=200410200001>.
- Bourges H. Op cit 2005.
- Ledesma A, Muñoz A. Mexican Food Composition Database (MEXFOODS) [CD-ROM]. Natural Foods. W3x. 1997.
- Cuevas L, Shamah T. Estado nutricional. En: Oropeza C, editor. Encuesta Nacional de Nutrición, resultados por entidad federativa, Jalisco. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2007. p. 73-85.
- Byers T. Nutrition Monitoring and Surveillance. In: Willet W, editor. *Nutritional Epidemiology*. 2 ed. New York: Oxford University Press; 1998. p. 347-55.
- Landaeta J, Op cit 2003
- Suárez T, Torrealba M, Villegas N, Osorio C, García M. Deficiencias de hierro, ácido fólico y vitamina B12 en relación a anemia, en adolescentes de una zona con alta incidencia de malformaciones congénitas en Venezuela. *Arch Latinoam Nutr*. 2005; 55(2):118-23.

Recibido: 02-12-2011

Aceptado: 28-05-2012

Índice triglicéridos/HDL-colesterol: en una población de adolescentes sin factores de riesgo cardiovascular.

Jimena Soutelo, Mabel Graffigna, Margarita Honfi, Marta Migliano, Marcela Aranguren, Adrian Proietti, Carla Musso, Gabriela Berg.

Sociedad Argentina de Endocrinología y Metabolismo.

Departamento de Metabolismo Hidrocarbonado y Lípidos. Buenos Aires. Argentina

RESUMEN. El índice Triglicéridos/HDL- colesterol (TG/HDL) es un recurso de fácil determinación y con buena correlación con el índice HOMA en adultos. Debido a la dificultad que representa la insulinoresistencia (IR) fisiológica de la adolescencia es necesario buscar marcadores de IR independientes de edad, sexo y estadio puberal. El objetivo fue determinar valores de referencia para el índice TG/HDL en una población de adolescentes sin factores de riesgo cardiovascular (CV) Se evaluaron 943 adolescentes, 429 mujeres y 514 varones, entre 11 y 14 años. Se determinaron medidas antropométricas y se calculó índice de masa corporal (IMC). Se realizó extracción de sangre luego de 12 horas de ayuno para determinar glucemia, triglicéridos, HDL. El síndrome metabólico (SM) fue diagnosticado según criterios de NCEP/ATP III modificado por Cook. Se excluyeron los adolescentes con SM y aquellos con algún carácter del mismo. Ingresaron 562 adolescentes (289 mujeres y 273 hombres). Presentaban un peso de 48.91 ± 6.51 kg; IMC de 18.95 ± 1.78 , tensión arterial sistólica de 108.12 ± 13.60 mmHg, tensión arterial diastólica 63.82 ± 9.43 y perímetro de cintura 65.09 ± 4.54 cm; Índice TG/HDL fue de 1.25 ± 0.43 , con un percentilo 95 de 2.05. En el adulto el índice TG/HDL superior a 3 es un marcador de insulinoresistencia. Consideramos que un valor mayor a 2.05 podría ser un buen índice de insulinoresistencia en la adolescencia. El índice TG/HDL tiene la ventaja de ser metodológicamente más sencillo, más económico e independiente de la etapa puberal.

Palabras clave: Índice TG/HDL colesterol, Síndrome metabólico en adolescencia, Resistencia a la insulina, factores de riesgo cardiovascular.

SUMMARY. Triglicéridos/HDL- cholesterol ratio: in adolescents without cardiovascular risk factors. Triglicéridos/HDL- cholesterol ratio (TG / HDL) is an easy resource determination and it has good correlation with the HOMA index in adults. Due to physiological insulin resistance (IR) in adolescence it is necessary to find markers of IR independent of age, sex and pubertal stage. The objective was to identify reference values of TG / HDL ratio in a population of adolescents without cardiovascular risk factors. We evaluated 943 adolescents, 429 females and 514 males between 11 and 14. Anthropometric measures were determined and body mass index was calculated (BMI). Blood was extracted after 12 hours of fasting to determine glucose, triglycerides, HDL. The metabolic syndrome (MS) was diagnosed according to criteria of NCEP / ATP III modified by Cook. We excluded adolescents with MS or any component of it. We evaluated 562 adolescents (289 women and 273 men) with a weight of 48.91 ± 6.51 kg, BMI : 18.95 ± 1.78 , systolic blood pressure of 108.12 ± 13.60 mmHg, diastolic blood pressure: 63.82 ± 9.43 and waist circumference: 65.09 ± 4.54 cm. TG / HDL ratio was 1.25 ± 0.43 , with a 95 percentile of 2.05. In adults, TG / HDL ratio greater than 3 is a marker of insulin resistance. We believe that a higher value to 2.05 might be a good index of insulin resistance in adolescence. TG / HDL ratio has the advantage of being methodologically simpler, more economical and independent of pubertal stage.

Key words: TG/HDL cholesterol ratio, metabolic syndrome in adolescence, insulin resistance, cardiovascular risk factors.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en la infancia temprana ha aumentado notablemente en las últimas 2 décadas. Esto es de particular interés debido a que la obesidad en la niñez y la adolescencia se asocia con un riesgo aumentado de desarrollar hipertensión arterial, dislipemias, diabetes tipo 2 y lesiones ateros-

cleróticas (1). La enfermedad cardiovascular es la primera causa de muerte en los adultos y los factores de riesgo asociados con su desarrollo pueden aparecer tempranamente en la infancia (2,3). Además, la insulinoresistencia y la hiperinsulinemia constituyen factores de riesgo para el desarrollo de Síndrome Metabólico en la edad puberal.

La insulinoresistencia se define como una res-

puesta subóptima a la captación de glucosa mediada por insulina en los tejidos. Se considera un predictor de diabetes mellitus tipo 2 y está asociada con aumento de riesgo de enfermedad cardiovascular (4,5) En las últimas décadas se han propuesto diferentes métodos para evaluar insulinosensibilidad. El índice HOMA es un método que determina insulinoresistencia tomando concentraciones basales de glucemia e insulinemia (6). Es una alternativa simple y económica para evaluar IR pero en niños no hay un valor de corte ideal. Además, la concentración de insulinemia de ayuno varía significativamente durante la infancia y adolescencia, lo cual dificulta establecer valores de corte ideales de insulinemia e índice HOMA.

El índice Triglicéridos/HDL- colesterol (TG/HDL) es un recurso de fácil determinación, con buena correlación con el índice HOMA en adultos y ha demostrado ser un predictor independiente de eventos cardiovasculares (8-9) El índice TG/HDL podría ser usado como un marcador para identificar niños y adolescentes en riesgo de desarrollar obesidad, dislipemia, hipertensión arterial y/o SM, teniendo en cuenta que no se modifica con los diferentes estadios de Tanner (10).

Por lo tanto, determinar valores de corte normales del índice TG/HDL en adolescentes podría ser útil para diagnosticar IR sin necesidad de recurrir al índice HOMA.

El objetivo de este trabajo fue determinar valores de referencia del índice TG/HDL en una población de adolescentes sin factores de riesgo cardiovascular.

MATERIALES Y MÉTODOS

De una muestra total de 1023 alumnos que concurren a un examen obligatorio para el ingreso a establecimientos de educación secundaria pertenecientes a la Universidad de Buenos Aires, 943 (429 mujeres y 514 varones; 11 a 14 años) aceptaron participar en este estudio. Todos los participantes provenían de la ciudad de Buenos Aires ó del conurbano, pertenecían a la clase media y el 96.2% era de origen caucásico. El reclutamiento de los estudiantes tuvo lugar entre el 5 y el 30 de mayo de 2008. Los estudiantes fueron entrevistados por médicos y los participantes completaron un cuestionario en referencia a hábitos, historia familiar y personal y en todos se determinó el peso, altura, perímetro de cintura y presión arterial. La circunferencia de cintura se midió en el perímetro más estrecho

del tronco, en posición de pié y siempre fue efectuada por el mismo evaluador.

Se definió Síndrome Metabólico (SM) según criterios del ATP III, modificados por Cook y col (6). Se consideró que los adolescentes presentaban SM cuando reunían tres o más de los siguientes criterios para edad y sexo: circunferencia de cintura \geq Percentilo (Pc) 90, TG \geq 110 mg/dL, colesterol-HDL \leq 40 mg/dL, presión sistólica y/o diastólica \geq Pc 90 para edad y glucosa \geq 110 mg/dL. Se excluyeron los adolescentes con SM y aquellos con algún carácter del mismo.

Se evaluó la ocurrencia de menarca a través de un cuestionario de autoevaluación del desarrollo sexual (11), el mismo cuestionario se aplicó a los varones para conocer quienes se afeitaban. Se obtuvo el consentimiento informado, firmado por un padre ó tutor de cada estudiante. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.

Muestras: Se obtuvo sangre por punción venosa luego de 12 horas de ayuno. Las muestras de suero se separaron por centrifugación para las determinaciones de lípidos y lipoproteínas y el suero se guardó a 4°C hasta el momento de su procesamiento. Una alícuota se conservó a -70°C para la medida de insulina.

Determinaciones Analíticas: Glucosa, colesterol-total, triglicéridos (TG) y colesterol-HDL se midieron en autoanalizador, por métodos enzimático-colorimétricos. Colesterol-LDL se calculó por fórmula de Friedwald para valores de TG menores de 400 mg/dl. Insulina se midió por radioinmunoensayo (RIA, DPC, LA,USA), se calculó el índice HOMA ([glucemia mg/dl/18 x insulinemia uUI/ml] /22.5) (6) y el índice TG/HDL como marcadores secundarios de insulinoresistencia.

Análisis Estadístico: Los resultados fueron expresados como media \pm Desvio Standard (DS) y la diferencia entre ambos grupos fue realizada por el test-t, debido a que todas las variables mostraron una distribución normal. Se calcularon los percentilos (Pc) 25, 50, 75 y 95 para el índice TG/HDL. Se utilizó el programa SPSS en su versión 19.0. Se consideró una diferencia significativa a una $p < 0.05$.

RESULTADOS

De 943 adolescentes que ingresaron al estudio, 562 adolescentes (289 mujeres y 273 varones), no presen-

taron ningún componente del síndrome metabólico, por lo que fueron considerados sin factores de riesgo.

Las características biométricas de los adolescentes evaluados fueron las siguientes: la edad promedio fue de 13 ± 0.9 años, con un IMC de 18.9 ± 1.7 , y circunferencia de cintura promedio de 65.7 ± 5.4 cm. La presión arterial sistólica fue 108 ± 13.6 mmHg y la presión arterial diastólica de 63 ± 9.4 mmHg. De acuerdo al cuestionario autoadministrado se comprobó que 420 (98%) de las adolescentes había tenido su menarca, lo que indicaría que se hallaban en un estadio IV.-V de Tanner. De acuerdo al mismo cuestionario, los varones se afeitaban en un 70% (Estadio IV-V de Tanner).

Al evaluar los parámetros bioquímicos, los valores de glucemia (94 ± 6 g/ml), triglicéridos (TG) (66 ± 18 mg/dl), colesterol-HDL (56 ± 11 mg/dl), insulina (16 ± 3 μ UI/ml), e índice HOMA (1.6 ± 1.1) se encontraron dentro de los valores normales. Por otro lado, se calculó el índice TG/HDL, que arrojó un valor promedio de 1.25 ± 0.43 en el total de los adolescentes.

Al dividir a los adolescentes por sexo, se encontraron diferencias significativas en los niveles de TG, insulina y en ambos índices, HOMA y TG/HDL ($p=0.001, 0.000, 0.012$ y 0.02 , respectivamente), (Tabla 1).

Con el objetivo de obtener valores de referencia para el índice TG/HDL, se obtuvieron los percentilos 95 (Pc 95: 2.05), 75 (Pc75: 1.52), 50 (Pc50: 1.19) y 25 (Pc25: 0.91) a partir de toda la población estudiada (Tabla 2). Al dividir a la población por sexo, nuevamente se encontró que las mujeres presentaban valores del índice ligeramente superiores que los hombres, sin diferencias significativas en este caso.

DISCUSIÓN

La sensibilidad a la insulina disminuye normalmente durante la pubertad. La concentración sérica de insulina en ayunas aumenta dos a tres veces con la velocidad máxima de crecimiento y la secreción de insulina después de una sobrecarga de glucosa aumenta por encima de los valores prepuberales, lo que sugiere una resistencia a la insulina durante la pubertad normal (12). Por lo tanto evaluar la presencia de resistencia a la insulina con la medición de insulina ó algún índice como el HOMA es dificultoso en la adolescencia.

Por otra parte, la resistencia a la insulina y su consecuencia la hiperinsulinemia, producen en forma temprana alteraciones lipídicas.

La hipersecreción de insulina conlleva a un incremento en la síntesis de ácidos grasos, especialmente en hígado y tejido adiposo. La resistencia a la insulina conduce a defectos en los procesos de esterificación y reesterificación de los ácidos grasos libres en tejido

TABLA 1
Índice de masa corporal (IMC) y parámetros bioquímicos entre varones y mujeres.

Variable	Media	DS	p
IMC (kg/m ²)	18.9	1.7	
Masculino	19.1	2.4	
Femenino	19.5	2.5	0.68
Z Score	0.11	0.84	
Masculino	0.10	0.87	
Femenino	0.12	0.82	
Glucemia (g/ml)	94	6	
Masculino	95	7.0	
Femenino	94	7.0	0.23
TG (mg/dl)	66	18	
Masculino	63	18	
Femenino	69	19	0.001
HDL (mg/dl)	55	11	
Masculino	56	11	
Femenino	56	12	0.49
Insulina	16	3	
Masculino	10	2.6	
Femenino	18	4.2	0.000
HOMA	1.6	1.1	
Masculino	1.34	0.88	
Femenino	1.71	1.24	0.012
Índice TG/HDL	1.25	0.43	
Masculino	1.19	0.41	
Femenino	1.27	0.45	0.02

p entre las medias \pm DS de masculino vs femenino

TABLA 2
Percentilos (PC) del índice TG/HDL en la población total y dividida por sexo.

Variable	Media	DS	PC 25	PC 50	PC 75	PC 95
Población total	1.25	0.43	0.91	1.19	1.52	2.05
Varones	1.19	0.41	0,86	1,11	1,44	1,98
Mujeres	1.27	0.45	0,93	1,2	1,53	2,07

adiposo, así como también a una reducción en la acción inhibitoria de la insulina sobre la lipasa hormona sensible, responsable de la lipólisis de triglicéridos (13). Asimismo, la hiperinsulinemia es un factor clave para el síndrome metabólico y puede estar asociado con un incremento de triglicéridos y una disminución de HDL-colesterol (12)

Existen cambios en los lípidos séricos durante la pubertad y los mismos difieren entre varones y mujeres adolescentes. Normalmente los niveles de colesterol total y LDL-colesterol decrecen en ambos sexos durante la pubertad, mientras que el nivel de HDL-colesterol disminuye en los varones probablemente debido a la presencia de la testosterona (14), permaneciendo estable en las mujeres. Existen controversias acerca de los niveles de triglicéridos. Algunos autores no han encontrado diferencias (15,16) mientras que otros (17) han hallado un incremento independientemente del género. En el estudio AVENA (15) Ruiz y col no hallaron diferencia significativa en los niveles de lípidos en mujeres cuando fueron comparadas por edad cronológica y puberal mientras que si hallaron diferencia significativa en los varones (solo en los niveles de colesterol total y LDL colesterol), por tal motivo no se vería afectado el índice TG/HDL.

A diferencia de los estudios mencionados nosotros no encontramos diferencia significativa en el nivel de HDL entre ambos sexos, mientras que hallamos una diferencia significativa en el nivel de triglicéridos (mayor concentración en las adolescentes). Quizás se deba a que en nuestra población la mayoría de las adolescentes eran post menárquicas.

También es de destacar que nuestros valores de lípidos fueron inferiores a los reportados en dichos estudios (15, 16,17). Esto se debe a que nuestra población tenía un IMC inferior al del resto de las poblaciones mencionadas.

En el adulto el índice TG/HDL superior a 3 es un marcador de insulinoresistencia (18) y con valores superiores a 3.5 se lo considera indicador de predominio de partículas de LDL pequeñas y densas (19). Similares resultados se encontraron en poblaciones de adolescentes (11,20). En nuestra población de adolescentes consideramos que un valor superior al percentilo 95, equivalente a 2.05 podría considerarse un marcador de insulinoresistencia. Recientemente, Di Bonito y cols (21) encontraron que el índice TG/HDL se asocia a riesgo cardiometabólico en adolescentes

(21), sin diferencias entre varones y mujeres. Más aun, aquellos adolescentes con un índice superior a 2.0 (coincidente con nuestro percentilo 95), presentaban hasta 58 veces mayor riesgo de insulino-resistencia, hipertensión y síndrome metabólico. En nuestro trabajo, el valor del índice es ligeramente superior en mujeres que en varones, sin diferencias significativas, razón por la cual el valor propuesto es el de la población total estudiada.

En trabajos previos hemos descrito que adolescentes con síndrome metabólico presentan un valor de TG/HDL más elevado que aquellos sin síndrome metabólico (4.0 ± 2.5 vs 1.60 ± 0.9 , $p < 0.001$) (22). Más aun, hallamos que el índice correlacionó significativamente con el IMC, con la obesidad abdominal y con distintos marcadores de riesgo cardiovascular como la apoproteína B (22).

Una limitación de nuestro estudio fue la imposibilidad de corroborar los estadios de Tanner dado que el mismo se realizó en una institución gubernamental que no permitió dicha evaluación.

CONCLUSIÓN

El índice TG/HDL es un método sencillo y económico para evaluar individuos en riesgo de desarrollar obesidad, dislipemia, hipertensión arterial y/o SM y podría utilizarse como un marcador secundario de insulinoresistencia. El valor de 2.05 se propone como valor de referencia en adolescentes sanos.

REFERENCIAS

1. Aggoun Y. Obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *Pediatric Research* 2007; 61: 653-9
2. Dalmau J. Nuevos factores de riesgo cardiovascular detectables en la edad pediátrica. *An Esp Pediatr* 2001; 54: 4-8
3. Berenson G, Srinivasan S, Bao W, Newman W, Tracy R, Wattigney W, For The Bogalusa Heart Study. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *N Engl J Med* 1998; 338:1650- 6.
4. Martín, B.C.; Warram, J.H.; Ktolewski, A.S. y col. Role of glucose and insulin resistance in development of type 2 diabetes mellitus: Results of a 25-year follow-up. *Lancet* 1992; 340: 925-9.
5. Despres, J.P.; Lamarche, B.; Mauriege, P. y col. Hiperinsulinemia as an independent risk factor for ischemic

- heart disease. *N Engl J Med* 1996; 11: 952-7.
6. Matthews D.R.; Hosker J.P.; Rudenski B.A. y col. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28: 412-9.
 7. Moran A, Jacobs DR Jr, Steinberger J, Hong CP, Prineas R, Luepker R, et al. Insulin resistance during puberty: results from clamp studies in 357 children. *Diabetes* 1999; 48: 2039-44.
 8. Jeppesen J, Hein HO, Suadicani P, Gyntelberg F. Relation of high TG-low HDL cholesterol and LDL cholesterol to the incidence of ischemic heart disease. An 8-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997; 17: 1114-20.
 9. Salazar MR, Carbajal HA, Espeche WG, Leiva Sisniegues CE, Balbin E, Dulbecco C et al. Relation among the plasma triglyceride/High-density lipoprotein cholesterol concentration ratio, insulin resistance, and associated cardio-metabolic risk factors in men and women. *Am J Cardiol* 2012; 109: 1749-1753.
 10. Quijada Z, Paoli M, Zerpa Y, Camacho N, Cichetti R, Villarroel V, Arata-Bellabarba G, Lanes R. The triglyceride/HDL-cholesterol ratio as a marker of cardiovascular risk in obese children; association with traditional and emergent risk factors. *Pediatric Diabetes* 2008; 9: 464-71.
 11. Lejarraga H, Berner E, Medina V, Del Pino M, Cameron N. Metodo no invasivo para la evaluacion del desarrollo sexual en la adolescencia. *Arch. Argent. Pediatr* 2009;107(5):423-429
 12. Goran MI, Gower BA. Longitudinal study on puberal insulin resistance. *Diabetes* 2001; 50: 2444-50.
 13. Svetlana Ten and Noel Maclaren. Insulin Resistance Syndrome in Children. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 2530-39.
 14. Morrison JA, Barton BA, Biro FM, Sprecher DL. Sex hormones and the changes in adolescent male lipids; longitudinal studies in a biracial cohort. *J Pediatr* 2003; 142: 637-42.
 15. Ruiz JR, Ortega FB, Tresaco B, Warnberg J, Mesa JL, Gonzalez-Cross M, Moreno LA, Marcos A, Gutierrez A, Castillo MJ. Serum Lipids, Body Mass Index and Waist circumference during pubertal development in Spanish Adolescents: The AVENA study. *Horm Metab Res* 2006; 38: 832-7.
 16. Pinhas-Hamiel O, Lerner-Geva L, Copperman NM, Jacobson MS. Lipid and Insulin levels in Obese Children: Changes with age and puberty. *Obesity* 2007; 15: 2825-31.
 17. Jolliffe CJ; Janssen I. Distribution of Lipoproteins by age and gender in adolescents. *Circulation* 2006; 114: 1056-62
 18. McLaughlin T, Abbasi F, Cheal K, Chu J, Lamendola C, Reaven G. Use of Metabolic Markers to Identify Overweight Individuals. Who are insulin resistance. *Ann Intern Med* 2003; 139: 802-9.
 19. McLaughlin T, Reaven G, Abbasi F, Lamendola C, Saad M, Waters D et al. Is there a simply way to identify insulin-resistant individuals at increased risk of cardiovascular disease? *Am J Cardiol* 2005; 96 (3): 399-404.
 20. Hannon TS, Bacha F, So Jung Lee, Janosky J and Arslanian SA. Use of markers of dyslipidemia to identify overweight youth with insulin resistance. *Pediatric Diabetes* 2006; 7: 260-6.
 21. Di Bonito P, Moio N, Scilla C, Cavuto L, Sibilio G, Sanguigno E, Forziato C et al. Usefulness of the high triglyceride-to-HDL cholesterol ratio to identify cardiometabolic risk factors and preclinical signs of organ damage in outpatients children. *Diabetes Care* 2012; 35: 158-162.
 22. Musso C, Graffigna M, Soutelo J, Honfi M, Ledesma L, Miksztowicz V, Pazos M, Migliano M, Scheier L, Berg G. Cardiometabolic risk factors as apolipoprotein B, Triglyceride/HDL cholesterol ratio and C reactive protein in adolescents with and without obesity: cross-sectional study in middle class suburban children. *Pediatric Diabetes* 2011; 12: 229-34.

Recibido: 26-04-2012

Aceptado: 26-07-2012

Consumo de frutas e vegetais em escolares da rede pública no Sul do Brasil

Carla Ribeiro Ciochetto, Silvana Paiva Orlandi, Maria de Fátima Alves Vieira

Departamento de Nutrição, Programa de Pós-graduação em Nutrição e Alimentos,
Programa de Pós-graduação em Epidemiologia. Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Brasil.

RESUMO. Estudo transversal conduzido com 356 escolares do ensino fundamental da rede pública da cidade de Pelotas, no Sul do Brasil. O objetivo foi descrever a frequência de consumo de frutas e vegetais e sua associação com variáveis sociodemográficas e estado nutricional. Foram coletadas variáveis relativas a gênero, idade e escolaridade materna. A classificação do nível socioeconômico foi de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa e do estado nutricional de acordo com Índice de Massa Corporal (Ministério da Saúde do Brasil). Para avaliação do consumo de frutas e vegetais foi utilizado o Formulário de Marcadores de Consumo do Sistema Nacional de Vigilância Nutricional. A categorização da frequência do consumo foi definida como frequente quando e as frutas e vegetais foram consumidos em, pelo menos, cinco dos sete dias que antecederam a entrevista. Utilizou-se o teste de qui-quadrado de heterogeneidade e de tendência linear para detectar diferenças estatisticamente significativas. As prevalências de consumo frequente foram de 42,1% (IC_{95%} 36,9; 47,3) para frutas e 20,1% (IC_{95%} 16,0; 24,4), para vegetais. O consumo frequente de frutas mostrou-se associado à menor faixa etária dos escolares ($p=0,02$), e tendência linear direta com o nível socioeconômico e escolaridade materna ($p<0,001$). O consumo frequente de vegetais mostrou-se associado à escolaridade materna ($p<0,001$). Não foi encontrada associação entre consumo desses alimentos com gênero e estado nutricional. Os resultados revelam baixos percentuais de consumo frequente de frutas e vegetais, apontando para a necessidade de ações dirigidas a escolares do ensino fundamental, na tentativa de estimular o consumo.

Palavras-chave: Escolares, frutas, vegetais, marcadores de consumo alimentar, hábitos alimentares.

SUMMARY. Consumption of fruits and vegetables in the public school in southern Brazil. Cross-sectional study was conducted with 356 schoolchildren from public city of Pelotas, southern Brazil. The objective was to describe the frequency of consumption of fruits and vegetables and its association with sociodemographic and nutritional status. Variables were collected on gender, age and maternal education. The classification of socioeconomic status was according to the Brazilian Association of Research and nutritional status according to Body Mass Index (Ministry of Health of Brazil). For the evaluation of the consumption of fruits and vegetables Consumption Labels Form of the National Nutritional Surveillance was used. The categorization of frequency of consumption was defined when and how often fruits and vegetables were consumed at least five of the seven days preceding the interview. We used the chi-square test for heterogeneity and linear trend to detect statistically significant differences. Prevalence of frequent use were 42.1% (CI_{95%} 36.9 to 47.3) for fruits and 20.1% (CI_{95%} 16.0 to 24.4) for vegetables. High consumption of fruit was associated with lower age of the students ($p=0.022$), and linear trend directly with socioeconomic status and maternal education ($p<0.001$). High consumption of vegetables was associated with maternal education ($p<0.001$). There was no association between consumption of these foods with gender and nutritional status. The results show low percentages of frequent consumption of fruits and vegetables, pointing to the need for actions aimed at primary schools in an attempt to stimulate consumption.

Key words: Students, fruits, vegetables, markers of dietary intake, eating habits.

INTRODUÇÃO

Frutas e vegetais são componentes fundamentais para uma alimentação saudável e de qualidade, e seu consumo em quantidades adequadas está associado à prevenção de várias doenças, como as cardiovasculares e alguns tipos de câncer, podendo também contribuir para a prevenção do excesso de peso (1). Segundo

a Organização Mundial da Saúde (OMS), consumo inadequado de frutas e vegetais está entre os dez fatores de risco que mais causam mortes e doenças em todo o mundo (2).

O aumento do consumo de frutas e vegetais poderia contribuir para a redução do consumo de alimentos com elevado valor energético e baixo valor nutritivo, que em geral estão presentes em abundância nos ali-

mentos industrializados e *fast foods* (3). Além disso, poderia gerar crescimento da demanda por aqueles alimentos, criando mais oportunidades de emprego, maior rendimento financeiro para pequenos produtores agrícolas, colaborando ainda, para a promoção da segurança alimentar e nutricional (1).

Para promover o aumento do consumo e a prevenção de doenças, a OMS recomenda a ingestão de no mínimo 400 gramas de frutas e vegetais por dia ou de cinco porções (4). No Brasil, o Guia Alimentar para a População Brasileira sugere o consumo diário de três porções de frutas e três porções de vegetais, distribuídas ao longo das refeições (5). A adoção desta prática contribui também para a prevenção e diminuição de deficiências de micronutrientes, principalmente em países em desenvolvimento (6). Estima-se que o consumo de frutas e hortaliças no Brasil corresponda a menos da metade das recomendações, sendo ainda mais deficiente entre as famílias de baixa renda (7).

Estudos com adultos têm evidenciado o baixo consumo desses alimentos e sua relação com fatores socioeconômicos. Dados obtidos por Jaime & Monteiro (2005) mostraram que menos da metade dos indivíduos consumiam frutas diariamente e menos de um terço deles relatou consumo diário de hortaliças. Além disso, o mesmo estudo mostrou que o consumo foi maior à medida que aumentava a idade, a escolaridade e o número de bens no domicílio (8). Resultados semelhantes também foram relatados por Figueiredo (2008) e por Jaime (2006) (9,10).

O estudo do consumo de frutas e vegetais entre crianças em idade escolar vem sendo realizado em programas de vigilância de fatores de risco e de proteção para a saúde, em diferentes países (11,12) e no Brasil foi avaliado na Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE) (13) entre adolescentes. As escolas representam uma opção estratégica para a promoção da alimentação saudável e prevenção do excesso de peso em crianças e adolescentes. Nesse sentido, o Ministério da Saúde do Brasil recomenda que as escolas promovam a atividade física, restrinjam o consumo de alimentos calóricos e pobres em micronutrientes, limitem a exposição das crianças à propaganda desses produtos, forneçam informações para promover escolhas saudáveis e resgatem as dietas tradicionais, valorizando a dimensão cultural da alimentação (14).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo descrever a frequência do consumo de frutas e

vegetais, e sua relação com variáveis sociodemográficas e com o estado nutricional, em alunos matriculados nos quatro primeiros anos da rede pública municipal de ensino fundamental da cidade de Pelotas (Sul do Brasil).

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo transversal no qual foram avaliados escolares do 1º ao 4º ano da rede pública municipal de ensino fundamental da cidade de Pelotas (Sul do Brasil). A coleta dos dados foi realizada entre os meses de março a junho do ano de 2011. Previamente a realização do estudo foi obtida a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pelotas e a autorização da Secretaria Municipal de Educação do Município.

Foi realizado um sorteio aleatório entre as 40 escolas de ensino fundamental da zona urbana da cidade. Nas seis escolas sorteadas foi realizado um novo sorteio para que fossem aleatoriamente obtidas uma turma dentro de cada série fundamental, 1º, 2º, 3º e 4º ano. Foram excluídas as instituições de ensino que apresentaram turmas multisseriadas e que já participam de projetos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Pelotas.

As informações sobre as condições sociodemográficas e de consumo alimentar dos alunos foram coletadas por meio de aplicação de questionários com as mães ou responsáveis que consentiram em participar do estudo, durante uma visita domiciliar. Todos os dados foram coletados por entrevistadoras previamente treinadas e capacitadas para os instrumentos.

As informações demográficas coletadas foram gênero e idade e os alunos foram classificados em duas faixas etárias, de 5 a 9 anos de idade (crianças) e com idade igual ou superior a 10 anos (adolescentes), ambos denominados aqui, como escolares. A escolaridade materna, coletada em anos completos de estudo (≤ 4 ; 5-8; ≥ 9 anos), e o nível socioeconômico, na ordem decrescente de A a E, segundo as categorias utilizadas pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas (15), foram as variáveis relacionadas à condição socioeconômica. Devido ao reduzido número de indivíduos nas classes de nível socioeconômico A e E, a classe A foi agrupada com a B (A+B) e a classe E foi agrupada com a D (D+E).

A avaliação do estado nutricional foi realizada atra-

vés de medidas antropométricas de peso e altura, coletados no ambiente escolar, seguindo critérios de Lohman et al. (16). Para obtenção do peso, utilizou-se balança solar portátil (modelo 1631, TANITA, Tóquio, Japão) com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 0,2 kg. Para aferição da altura, foi utilizada fita métrica inextensível de 150 cm de comprimento, afixada de forma invertida com fitas adesivas, em parede plana e sem rodapé, estando posicionada a 50 cm do chão.

Para classificação do estado nutricional optou-se pelo indicador Índice de Massa Corporal (IMC) por idade, em escore-z, obtido através do programa Anthro-Plus (17). Uma vez obtido o escore-z do IMC por idade, utilizou-se os critérios do Ministério da Saúde do Brasil (18) para classificar os escolares nas seguintes categorias: magreza (< escore-z -2); eutrofia (\geq escore-z -2 e \leq escore-z +1); sobrepeso (> escore-z +1 e \leq escore-z +2); obesidade (> escore-z +2 e \leq escore-z +3); obesidade grave (> escore-z +3). Para fins de análise estatística o estado nutricional, foi utilizado de forma dicotômica, considerando com excesso de peso aqueles que apresentam valores acima de 1 escore-z, e sem excesso de peso aqueles com escore-z \leq 1.

A frequência de consumo de frutas e vegetais foi avaliada através do Formulário de Marcadores de Consumo Alimentar do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) (19). Através deste instrumento foi possível descrever a frequência de consumo semanal das frutas (frutas frescas ou saladas de frutas), das saladas cruas e dos legumes e verduras cozidas (excluindo batata e mandioca). No presente artigo, optou-se por agrupar saladas cruas com os legumes e verduras cozidas, considerando-os como uma única categoria denominada de vegetais.

A categorização da frequência do consumo de frutas e vegetais foi definida como frequente quando os alimentos foram consumidos em, pelo menos, cinco dos sete dias que antecederam a entrevista, tendo como base o estudo realizado na cidade do Rio de Janeiro (20) e a PeNSE (13).

O controle de qualidade dos dados foi feito pelo coordenador do trabalho, através de entrevista telefônica com 10% da amostra. Os dados foram duplamente digitados no programa *Epi Info* (CDC, Atlanta, Estados Unidos) e analisados no pacote estatístico *Stata 11.0* (*Stata Corp., College Station, Estados Unidos*). Realizou-se o teste de qui-quadrado de heterogeneidade e de tendência linear para detecção de

diferenças estatisticamente significativas na frequência de consumo entre as diferentes categorias das variáveis de exposição. Adotou-se o nível de significância estatística de 5%.

RESULTADOS

Dos 411 escolares considerados elegíveis para o estudo, foram avaliados 356, representando 86,6% da amostra, houve 13,4% de perdas ou recusas, sendo que a maioria refere-se ao gênero masculino (67%) e metade das perdas ocorreu em uma das escolas avaliadas, devido à sua política em relação ao fornecimento de endereços dos escolares, o que impediu o acesso aos pais ou responsáveis para a realização das entrevistas.

De acordo com a Tabela 1, mais da metade dos escolares eram do sexo masculino (53,9%), com média

TABELA 1
Características sociodemográficas e de estado nutricional da amostra de escolares.
Pelotas, RS, Brasil, 2011

Variáveis	n	%	IC _{95%}
Gênero			
Masculino	192	53,9	48,7 59,1
Feminino	164	46,1	40,9 51,3
Idade (em anos)			
5 - 9	286	80,3	76,2 84,5
10 - 15	70	19,7	15,5 23,8
Nível socioeconômico			
A - B	83	23,3	18,9 27,7
C	225	63,2	58,2 68,2
D - E	48	13,5	9,9 17,0
Escolaridade materna			
\leq 4	65	18,3	14,2 22,3
5 - 8	137	38,5	33,4 43,6
\geq 9	154	43,2	38,1 48,4
Estado nutricional*			
Magreza	3	0,9	-0,1 1,9
Eutrófico	190	55,4	50,1 60,7
Sobrepeso	84	24,5	19,9 29,1
Obesidade	44	12,8	9,3 16,4
Obesidade Grave	22	6,4	3,8 9,0
Consumo Frequente			
Frutas	150	42,1	36,9 47,3
Vegetais	72	20,2	16,0 24,4

* Valores ignorados para a variável estado nutricional (n = 13).

TABELA 2
Distribuição do consumo frequente (≥ 5 dias/semana) de frutas e vegetais, segundo variáveis sociodemográficas e estado nutricional. Pelotas, RS, Brasil, 2011

Variáveis	Consumo frequente de frutas e vegetais			
	Total alunos n (%)	Frutas %	p*	Vegetais %
Gênero			0,847	0,964
Masculino	192 (53,9)	41,7		20,3
Feminino	164 (46,1)	42,7		20,1
Idade (em anos)			0,022	0,701
5 - 9	286 (80,3)	45,1		20,6
10 - 15	70 (19,7)	30		18,6
Nível socioeconômico			<0,001 ‡	0,119
A - B	83 (23,3)	57,8		26,5
C	225 (63,2)	40,4		16,9
D - E	48 (13,5)	22,9		25
Escolaridade materna			< 0,001 ‡	<0,001 ‡
≤ 4	64 (18,2)	18,5		12,3
5 - 8	137 (38,5)	41,6		16,8
≥ 9	154 (43,3)	52,6		26,6
Estado nutricional **			0,094	0,708
Sem excesso de peso	193 (56,3)	38,3		19,7
Com excesso de peso	150 (43,7)	47,3		21,3

* Teste de qui-quadrado para heterogeneidade ‡ Teste de qui-quadrado para tendência linear ** Valores ignorados para a variável estado nutricional (n = 13)

de idade de $8 \pm 1,9$ anos, sendo que cerca de 80% tinha entre 5 e 9 anos, e 63,2% pertenciam ao nível socioeconômico C. A distribuição da amostra segundo a escolaridade da mãe mostrou que 18,3% eram filhos de mulheres com 4 ou menos anos de escolaridade.

As prevalências de consumo frequente de frutas e vegetais foram de 42,1% (IC_{95%} 36,9; 47,3) e 20,2% (IC_{95%} 16,0; 24,4), respectivamente. Dos escolares avaliados, 12,1% não consumiam nenhuma fruta e 22,5% não consumiam nenhum vegetal, nos sete dias que antecederam a entrevista (dados não apresentados em tabelas).

Quanto à avaliação do estado nutricional (n=343), 3,7% dos escolares participantes do estudo não tiveram peso e altura aferido por não estarem presentes na escola no dia da coleta antropométrica. Mais da metade dos alunos foram classificados como eutróficos (55,4%), de acordo com o indicador IMC para idade. A prevalência de escolares com excesso de peso foi de 43,7%, dos quais 24,5% apresentavam sobrepeso e 19,2% obesidade.

A Tabela 2 apresenta a distribuição do consumo

frequente (≥ 5 dias/semana) de frutas e vegetais, segundo as variáveis sociodemográficas e estado nutricional. O consumo frequente de frutas mostrou-se significativamente associado à faixa etária dos escolares, sendo maior entre os menores de 10 anos (p=0,02), e mostrou tendência linear direta com o nível socioeconômico e com a escolaridade materna, ou seja, o consumo de frutas é mais frequente naqueles escolares filhos de mães com maior escolaridade e de maior nível socioeconômico (p<0,001). Enquanto que para o consumo frequente de vegetais somente foi encontrado associação significativa com a escolaridade materna, sendo maior entre os filhos de mulheres 5 ou mais anos de escolaridade (p<0,01).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no consumo frequente de frutas e vegetais entre meninos e meninas e, com estado nutricional.

DISCUSSÃO

Uma alimentação saudável no período escolar pode contribuir para a formação de hábitos que possam ser in-

corporados ao longo da vida. Dentre os hábitos considerados saudáveis, estudos apontam para o consumo de frutas e vegetais como potencial fator de proteção para excesso de peso, doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2 (6, 21). O presente estudo encontrou uma alta prevalência de consumo insuficiente desses alimentos.

Estudos conduzidos em países desenvolvidos e em desenvolvimento também apontam para baixas prevalências de consumo adequado de frutas e vegetais (12, 13, 20). Estudo semelhante desenvolvido com escolares de 8º série do ensino fundamental, da rede pública municipal de ensino da cidade do Rio de Janeiro, mostrou que menos da metade dos alunos avaliados apresentavam um consumo adequado de frutas (45,8%) (20). Mais recentemente a pesquisa PeNSE, realizada com escolares do 9º ano do ensino fundamental, encontrou uma prevalência ainda menor, 31,5% dos adolescentes avaliados apresentaram um consumo adequado de frutas, já para vegetais a prevalência foi de 31,2% (13), maior que a encontrada no presente estudo. Dados semelhantes foram observados por outros estudos (12, 20, 22, 23).

A comparação dos achados do presente estudo mostrou que os mesmos diferem com relação às faixas etárias, métodos para avaliação do consumo alimentar e categorizações da frequência de consumo de frutas e vegetais. Porém independente do instrumento e definição de frequências de forma geral os estudos apontam tendências semelhante, ou seja, baixo consumo de frutas e verduras em crianças e adolescentes.

Estudos anteriormente realizados na cidade de Pelotas já apontavam para um baixo consumo de frutas e vegetais, Neutzling (2010) chamou a atenção para o reduzido percentual (5,3%) de adolescentes que referiram consumir frutas e verduras cinco ou mais vezes por dia em estudo conduzido no ano de 2004 (24). Ao avaliar adultos da mesma cidade, a mesma autora encontrou que somente 20,9% relataram consumo regular de frutas, legumes e verduras (25). A formação dos hábitos alimentares sofre influência do meio em que estas crianças estão inseridas, desta forma o consumo inadequado dos pais pode refletir nas escolhas alimentares realizadas pelos filhos. Por isso é importante ressaltar o papel fundamental dos pais neste processo.

Além da baixa frequência de consumo de frutas e vegetais encontrados no presente estudo, foi encontrada uma elevada prevalência de escolares com excesso de peso. Segundo Sichieri & Souza, uma

alternativa para a prevenção do excesso de peso seria a promoção do aumento do consumo de frutas e vegetais. Os autores chamam a atenção para o baixo número de estudos que avaliam o consumo desses alimentos na prevenção do excesso de peso (1). No presente estudo, não se encontrou associação significativa entre o consumo frequente de frutas e vegetais e o estado nutricional dos escolares, provavelmente devido as baixas prevalências de consumo dentro do conjunto dos escolares como um todo.

Com relação aos fatores associados ao consumo de frutas e vegetais, o presente estudo não aponta diferenças com relação ao gênero dos escolares. No estudo de Levy et al. (2010) também não foram encontradas diferenças de consumo frequente de frutas e vegetais entre os gêneros (13). Entretanto, os estudos sobre consumo de frutas e vegetais entre meninos e meninas têm apresentado resultados divergentes. Por outro lado, estudo realizado por Costa et al. (2007) identificaram que meninas adolescentes consumiam mais alimentos do grupo das hortaliças que meninos (26). Mais estudos apontam para um maior consumo de frutas e vegetais no sexo feminino, porém foram conduzidos somente com adolescentes, podendo traduzir uma maior preocupação feminina com relação ao peso e a obtenção ou manutenção de padrões estéticos vigentes e, conseqüentemente, com a alimentação (11, 27).

Resultados do National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), publicados no ano de 2009, mostraram que pré-escolares (2 a 5 anos) têm, significativamente, maior ingestão de frutas do que crianças jovens (6 a 11 anos) e adolescentes (12 a 18 anos). O oposto foi observado para o consumo de vegetais, cujo consumo foi maior entre os adolescentes, porém foi considerado como vegetal, o consumo de batata frita (28). Já, com relação à ingestão de vegetais, estudo conduzido com crianças e adolescentes australianos, concluiu que o consumo é maior em grupos etários mais velhos (29).

O presente estudo apresentou resultados semelhantes aos descritos acima, evidenciando consumo frequente de frutas, significativamente, maior entre as crianças com idade entre 5 e 9 anos. Possivelmente o maior consumo de frutas entre crianças quando comparada aos adolescentes decorra da maior autonomia destes nas escolhas alimentares, enquanto entre crianças menores as escolhas são de responsabilidade da mãe ou responsável.

Com relação ao nível socioeconômico, os dados apresentados pela OMS (2003) e pela PeNSE mostraram que jovens de menor nível socioeconômico consumiam menos frutas e vegetais do que aqueles de nível mais elevado (6, 13). Resultados semelhantes foram descritos no estudo Mexican National Health and Nutrition Survey (ENSANUT 2006), mostrando que entre os escolares mexicanos (5 a 11 anos), a quantidade de frutas e vegetais ingeridos foi maior entre os considerados de melhor condição de bem estar, avaliados segundo características familiares e posse de bens (30).

No presente estudo, o consumo frequente de frutas mostrou relação direta com o nível socioeconômico, porém com relação ao consumo de vegetais, o mesmo não foi observado, possivelmente devido à baixa frequência de consumo regular em todos os níveis socioeconômicos e possivelmente devido ao preço das frutas. Porém a escolaridade materna, que pode ser considerada um *proxy* das condições socioeconômicas, encontrou-se associada com ambos alimentos avaliados, sugerindo que mesmo em condições de menor poder aquisitivo, as mães mais escolarizadas estão mais aptas a fazer escolhas mais saudáveis em termos de alimentação. Segundo Monteiro & Freita (2000) mães com maior escolaridade são mais capazes de utilizar melhor os serviços de saúde e as redes de apoio social, tem uma percepção mais adequada da condição de saúde das crianças, além de melhor adesão aos tratamentos em caso de doenças dos filhos (31).

O presente estudo optou pela utilização do instrumento do SISVAN, para avaliação da frequência de consumo, ao invés de utilizar um questionário de frequência alimentar, com o objetivo de simplificar a obtenção de dados, que possam subsidiar a equipe escolar no planejamento de ações de promoção de alimentação saudável, com especial ênfase na escolha dos alimentos disponibilizados pela alimentação oferecida na escola. O Formulário proposto pelo SISVAN se mostrou um instrumento fácil e rápido de ser aplicado, o qual poderá contribuir com a geração de informações sobre alimentação das crianças e adolescentes brasileiros.

Tendo em vista a baixa prevalência do consumo frequente de frutas e vegetais, dentre os escolares avaliados, é reforçada a necessidade de ações de promoção da alimentação saudável. Atualmente a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (32), a Política Nacional de Alimentação Escolar (33), e a Portaria In-

terministerial 1.010 sobre a promoção da alimentação saudável nas escolas (34), apresentam um conjunto de ações de incentivo a alimentação saudável, que necessitam ser efetivamente incorporadas no ambiente escolar. Estes programas devem focar especialmente entre os escolares que vivem em famílias de menor poder aquisitivo, e filhos de mulheres com menor escolaridade, e de preferência devem fazer parte do projeto pedagógico da escola, de forma a evitar ações pontuais e descontinuadas.

Diante do exposto o presente trabalho serviu de subsídio para um estudo de intervenção, com foco no incentivo ao consumo de frutas e vegetais que posteriormente foi conduzido nestas mesmas escolas.

REFERÊNCIAS

1. Sichieri R, Souza RA. Estratégias para prevenção da obesidade em crianças e adolescentes. Cad Saude Publica 2008; 24 (Suppl 2): S209:234.
2. World Health Organization. The World Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. Genebra: World Health Organization, 2002.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional. Textos de Referência da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional CONSEA; julho de 2004; Brasília, 2004.
4. World Health Organization. Fruit and vegetable promotion initiative. Genebra: WHO, 2003.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília, 2006.
6. World Health Organization. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Genebra: WHO/FAO, 2003.
7. Levy-Costa RB, Sichieri R, Pontes NS, Monteiro CA. Household food availability in Brazil: distribution and trends (1974-2003). Rev Saude Publica 2005; 39 (4): 530-40.
8. Jaime PC, Monteiro CA. Fruit and vegetable intake by Brazilian adults, 2003. Cad Saude Publica 2005; 21 (Suppl 1): S19-24.
9. Figueiredo ICR, Jaime PC, Monteiro CA. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos da cidade de São Paulo. Rev Saude Publica 2008; 42 (5): 777-85.
10. Jaime PC, Figueiredo ICR, Moura EC, Malta,DC. Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no

- Brasil, 2006. *Rev Saude Publica* 2009; 43 (Supl 2): S57-64.
11. Currie C, Roberts C, Morgan A, Smith R, Settertobulte W, Samdal O, et al. Young people's health in context. *Health Behaviour in Schoolaged Children (HBSC) study: international report from the 2001/2002 survey*. Genebra: WHO, 2004.
 12. Centers for Disease Control and Prevention. *Youth Risk Behavior Surveillance - United States, 2009*. Surveillance Summaries. Atlanta, GA. 2010. p. 148.
 13. Levy RB, Castro RR, Cardoso LO, Tavares LF, Sardinha LMV, Gomes FS, et al. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. *Ciencia & Saude Coletiva* 2010; 15 (Suppl 2): S3085-97.
 14. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Regulamentação da comercialização de alimentos em escolas no Brasil: Experiências estaduais e municipais*. Brasília, 2007.
 15. ABEP. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. *Critério de classificação econômica Brasil. 2009* [acesso em agosto de 2011]. Disponível em: <http://www.abep.org/novo/Content.aspx?ContentID=301>.
 16. Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. USA, 1988.
 17. Antro-plus. World Health Organization. Software for assessing growth and development of the world's children. *Anthro for personal computers*. Genebra; 2007.
 18. Brasil. Ministério da Saúde – Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição (CGPAN). *Vigilância Alimentar e Nutricional: Classificação do Estado Nutricional de Crianças e Adolescentes*. Norma Técnica-SISVAN, 2009. http://nutricao.saude.gov.br/docs/geral/sisvan_norma_tecnica_criancas.pdf
 19. Brasil. *Protocolos do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN na assistência à saúde*. Brasília, 2008.
 20. Castro IRR, Cardoso LO, Engstrom EM, Levy RB, Monteiro CA. Vigilância de fatores de risco para doenças não transmissíveis entre adolescentes: a experiência da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica* 2008; 24 (10): 2279-88.
 21. World Health Organization. *Global strategy on diet, physical activity and health*. Fifty-seventh world health assembly. [Resolução 57.17]. 2004 [acesso em setembro de 2011]. Disponível em: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf.
 22. Costa LCF, Vasconcelos FAG, Corso ACT. Fatores associados ao consumo adequado de frutas e hortaliças em escolares de Santa Catarina, Brasil. *Cad Saude Publica* 2012; 28(6): 1133-1142.
 23. Conceição SIO, Santos CJN, Silva AAM, Silva JS, Oliveira TC. Consumo alimentar de escolares das redes pública e privada de ensino em São Luís, Maranhão. *Rev Nutr* 2010; 23 (6): 993-1004.
 24. Neutzling MB, Assunção MCF, Malcon MC, Hallal PC, Menezes AMB. Hábitos alimentares de escolares adolescentes de Pelotas, Brasil. *Rev Nutr* 2010; 23 (3): 379-388.
 25. Neutzling MB, Rombaldi AJ, Azevedo MR, Hallal PC. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no Sul do Brasil. *Cad Saude Publica* 2009; 25 (11): 2365-2374.
 26. Costa MCD, Júnior LC, Matsuo T. Hábito alimentar de escolares adolescentes de um município do oeste do Paraná. *Rev Nutr* 2007; 20: 461-71.
 27. Yngve A, Wolf A, Poortvliet E, Elmadfa I, Brug J, Ehrenblad B, et al. Fruit and vegetable intake in a sample of 11-year-old children in 9 European countries: The Pro Children Cross-sectional Survey. *Ann Nutr Metab* 2005; 49 (4): 236-45.
 28. Lorson BA, Melgar-Quinonez HR, Taylor CA. Correlates of fruit and vegetable intakes in US children. *J Am Diet Assoc* 2009; 109 (3): 474-8.
 29. Magarey A, Daniels LA, Smith A. Fruit and vegetable intakes of Australians aged 2-18 years: an evaluation of the 1995 National Nutrition Survey data. *Aust N Z J Public Health* 2001; 25 (2): 155-161.
 30. Ramirez-Silva I, Rivera JA, Ponce X, Hernandez-Avila M. Fruit and vegetable intake in the Mexican population: results from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud publica de mexico* 2009; 51 (Suppl 4): S574-85.
 31. Monteiro CA, Freita ICM. Evolução de condicionantes socioeconômicas da saúde na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). *Rev Saude Publica* 2000; 34 (Suppl 6):8-1.
 32. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Política Nacional de Alimentação e Nutrição*. Brasília, 1999.
 33. Brasil. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. *Programa Nacional de Alimentação Escolar*. Educação. Brasília, 1955. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/index.php/programas-alimentacao-escolar>
 34. Brasil. Ministério da Educação. Ministério da Saúde. Portaria Interministerial nº 1.010, de 8 de maio de 2006. *Pub. Diário Oficial da União* (9 de maio de 2006).

Recibido: 06-03-2012

Aceptado: 25-06-2012

Concordancia entre analistas de laboratorios de latinoamérica para la determinación de la apariencia de grano de arroz pulido mediante el uso de imágenes digitales

Manuel Avila, Eduardo Graterol, Jesús Alezones, Beisy Criollo, Dámaso Castillo, Victoria Kuri, Norman Oviedo, Cesar Moquete, Marbella Romero, Zaida Hanley, Margie Taylor

Fundación para la Investigación Agrícola Danac. San Felipe, Venezuela. Semillas Híbridas de Venezuela, C.A. (SEHIVECA). Araure, Venezuela. Instituto de Investigaciones de Granos (IIG). Artemisa, Cuba. Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR). Cali-Palmira, Colombia. Semillas del Nuevo Milenio S.A. (SENUMISA). Alajuela, Costa Rica.

RESUMEN. La determinación de la apariencia del grano de arroz es un aspecto clave para evaluar su calidad. Generalmente, este análisis es realizado de manera visual empleando analistas expertos, sin embargo debido a la naturaleza subjetiva de su determinación, los resultados pueden ser divergentes. Con el objetivo de evaluar la concordancia entre analistas de laboratorios latinoamericanos de calidad de arroz en la determinación de la apariencia del grano de arroz pulido con ayuda de imágenes digitalizadas, se realizó un ensayo interlaboratorio con diez analistas e imágenes de 90 granos, capturadas mediante scanner de alta resolución. Los granos fueron clasificados en cuatro categorías incluyendo grano traslúcido, grano yesoso, grano panza blanca y granos dañados. La categorización fue analizada mediante la moda, frecuencia, concordancia relativa y coeficiente de concordancia *Kappa*. Adicionalmente, se elaboró una galería referencial de imágenes de granos típicos de cada categoría, basada en la frecuencia de modas. Los resultados revelaron un valor de *Kappa* de 0,49 que corresponde a una reproducibilidad moderada, atribuida a la subjetividad del análisis visual de las imágenes. Los resultados evidencian la necesidad de uniformizar criterios de evaluación entre analistas para mejorar la confiabilidad en la determinación de la apariencia de granos de arroz.

Palabras clave: Calidad de arroz, interlaboratorio, reproducibilidad

SUMMARY. **Concordance among analysts from Latin-american laboratories for rice grain appearance determination using a gallery of digital images.** The appearance of rice grain is a key aspect in quality determination. Mainly, this analysis is performed by expert analysts through visual observation; however, due to the subjective nature of the analysis, the results may vary among analysts. In order to evaluate the concordance between analysts from Latin-American rice quality laboratories for rice grain appearance through digital images, an inter-laboratory test was performed with ten analysts and images of 90 grains captured with a high resolution scanner. Rice grains were classified in four categories including translucent, chalky, white belly, and damaged grain. Data was categorized using statistic parameters like mode and its frequency, the relative concordance, and the reproducibility parameter *kappa*. Additionally, a referential image gallery of typical grain for each category was constructed based on mode frequency. Results showed a *Kappa* value of 0.49, corresponding to a moderate reproducibility, attributable to subjectivity in the visual analysis of grain images. These results reveal the need for standardize the evaluation criteria among analysts to improve the confidence of the determination of rice grain appearance.

Key words: Rice quality, ring test, reproducibility

INTRODUCCIÓN

Generalmente la apariencia visual del grano de arroz es el primer atributo que percibe el consumidor al momento de su compra. Los granos de aspecto traslúcido son los más apreciados en la mayor parte del mundo (1). Por el contrario, los granos con regiones opacas en el endospermo, de aspecto semejante a la tiza o al yeso, se consideran defectuosos y son indeseables, salvo para las variedades de tipo arbóreo y ce-

roso donde este aspecto es considerado característico. Además de la apariencia, se ha demostrado que los granos defectuosos son más susceptibles a fracturarse durante el procesamiento industrial de arroz, y pueden presentar un grado de cocción diferente al de los granos traslúcidos, lo que afecta su calidad de consumo (2). El origen de la opacidad del grano aún no está del todo claro, pero se ha demostrado que puede estar determinada por factores genéticos, ambientales y de manejo del cultivo (3-5). De acuerdo a normas de calidad

de diversos países (6-8), existen dos tipos de granos defectuosos por opacidad. Estos son los “granos yesosos” o “granos yesados”; definidos como aquellos que presentan un área opaca ventral igual o superior a 50% del área total del grano, y los “granos centro blanco” o “granos panza blanca”, con un área opaca interna menor del 50% del área total del grano. Estos tipos son determinados en la industria para valorar la calidad del grano, y contribuyen a definir el precio del arroz a nivel de los agricultores. Por ello, los programas de mejoramiento genético de arroz incluyen la apariencia de los granos como criterio de selección de los cultivos y así satisfacer las demandas de la industria y los consumidores (9).

Existe controversia en el método de cuantificación de los granos defectuosos en la industria del arroz de mesa, debido a que esta se realiza mayormente de forma visual, y la percepción de la extensión del área yesada puede variar de un analista a otro (10). De hecho, especialistas en clasificación de arroz la han declarado como una evaluación con alto contenido de subjetividad (11). Por ello, se han realizado programas de comparación interlaboratorio que permiten a los participantes evaluar su desempeño, así como detectar y corregir desviaciones de los resultados de ensayo (12). Uno de los elementos críticos de los estudios interlaboratorio es la asignación del valor de referencia contra el cual los resultados serán comparados. Este valor puede ser establecido mediante la designación del laboratorio de referencia o por una medida de consenso entre laboratorios. Ambos casos demandan tiempo y son costosos, ya que los laboratorios deben realizar un número significativo de determinaciones (13).

En los últimos años se han desarrollado instrumentos computarizados de captura y análisis de imágenes digitales para la determinación de granos defectuosos, con el objeto de eliminar las discrepancias en el análisis visual (14-16). Adicionalmente, y a diferencia de los granos, las imágenes pueden ser almacenadas indefinidamente, e incluso distribuidas fácilmente mediante tecnologías de la información como el correo electrónico y localizarse en sistemas en línea, permitiendo tantas verificaciones como sean necesarias. Sin embargo, debido al alto costo de inversión de los equipos requeridos, dichos métodos aún no han sido adoptados por la mayoría de los laboratorios, continuándose así la determinación visual. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo

fue determinar la concordancia entre analistas de laboratorios latinoamericanos de calidad de arroz en la determinación de la apariencia del grano de arroz pulido con ayuda de imágenes digitalizadas

MATERIALES Y MÉTODOS

La preparación de las muestras consistió en tomar al azar 90 granos de arroz pulido de tipo largo, procedentes de diversas variedades de arroz, facilitadas por Fundación Danac, Venezuela. Las imágenes de los granos se tomaron mediante un equipo “scanner” Scanjet 5590 FCLSD-0407 (Hewlett-Packard, USA). Se utilizó la máxima resolución del equipo (2400dpi), sin colocar la cubierta superior del scanner, con ayuda del programa de computación HP Photosmart para Windows® (Hewlett-Packard, USA). De cada grano se realizaron dos imágenes (una de cada cara longitudinal del grano) que fueron almacenadas en formato Joint Photographic Experts Group (JPEG). Finalmente, las imágenes fueron compiladas en una presentación del software Power Point (Microsoft, USA) a razón de seis granos por diapositiva, donde cada imagen ocupaba un área aproximada de 3,77 cm x 1,98 cm, equivalente a 50 veces el área promedio del grano. Para la evaluación, se envió el archivo con las imágenes codificadas y una planilla vía correo electrónico a analistas de institutos de investigación y agroindustrias del arroz de cinco países de Latinoamérica. Se seleccionaron sólo analistas con experiencia mayor de cinco años en el análisis de granos defectuosos, resultando en diez analistas de: Cuba [2], Costa Rica [2], Colombia [1], República Dominicana [1] y Venezuela [4].

La evaluación consistió en observar ambas imágenes de cada grano y, conforme su percepción, asignar una de cuatro posibles categorías: i) grano traslúcido (T): grano arroz entero y pulido de apariencia cristalina o traslúcida; ii) grano yesoso (Y): grano entero y pulido que presenta un área yesada en un 50% o más en su superficie; iii) grano panza blanca (P): grano entero y pulido de apariencia cristalina que presenta en su parte ventral interna, un área yesada menor de 50% del área total del grano; y iv) granos con daños (D): grano entero y pulido que está marcadamente dañado por el proceso de pulido, calor, factores climáticos, hongos o insectos. Dichas categorías se corresponden con las normas de calidad de grano aplicadas en los países de procedencia de los analistas considerados en

el estudio (17-18). Adicionalmente, se le consultó a los analistas acerca de la calidad de las imágenes y de las dificultades en la evaluación en virtud de considerarla como posible fuente de variación.

Análisis de resultados

Con los datos de las evaluaciones se calculó la moda y su frecuencia. La moda se valoró como la medida de consenso entre analistas para asignar la categoría de las imágenes. También se estimó la concordancia relativa entre analistas, el coeficiente de correlación *Kappa* y la reproducibilidad (R), empleados para cuantificar el grado de concordancia entre los observadores en sistemas de mediciones, en escala nominal (8-9). El cálculo de *Kappa* fue realizado por la siguiente ecuación:

$$kappa = \frac{P(A)-P(E)}{1-P(E)}$$

Donde:

P(A) = Probabilidad de concordancia observada.

P(E) = Probabilidad de concordancia si los evaluadores hicieran sus mediciones al azar.

Para el cálculo de R

se empleó la ecuación: $R = 1 - kappa$

Por otra parte, se calculó la concordancia relativa, y se estableció el orden de mérito de los analistas, basado en la proporción porcentual de aciertos con respecto a la moda del número total de evaluaciones realizadas. Finalmente, se estableció una tabla de referencia con una muestra de imágenes seleccionadas para cada categoría de grano.

RESULTADOS

Los datos de las evaluaciones de imágenes de los granos presentaron moda, lo cual permitió asignar una categoría predominante, a excepción de dos granos en los cuales las respuestas estuvieron divididas en 50% entre las categorías P y Y, así como D y T (datos no mostrados). Las frecuencias de las modas variaron ampliamente, sin embargo, la mayoría de las imágenes evaluadas (65,5%) alcanzaron entre 60 y 90% de las frecuencias de modas (Figura 1). Un 18,9% de los granos evaluados presentaron una frecuencia de moda de 100%, es decir, una coincidencia absoluta de las categorías arrojadas por los analistas, mientras que una baja proporción de imágenes presentaron frecuencias de modas inferiores a 50%.

Los valores de concordancia relativa oscilaron entre 22,2% y 100,0%. El 53,4% de las imágenes evaluadas presentaron concordancias relativas entre analistas su-

periores a 62,2%, mientras el resto de las imágenes presentaron niveles de concordancias relativas inferiores a 53,3% (Figura 2). Un grano con elevada concordancia relativa es indicativo que su definición converge a pocas categorías y denota un mayor consenso entre analistas. La probabilidad de concordancia observada entre analistas fue de 0,64; mientras que el coeficiente de concordancia *Kappa* y la reproducibilidad alcanzaron valores de 0,49 y 0,51, respectivamente.

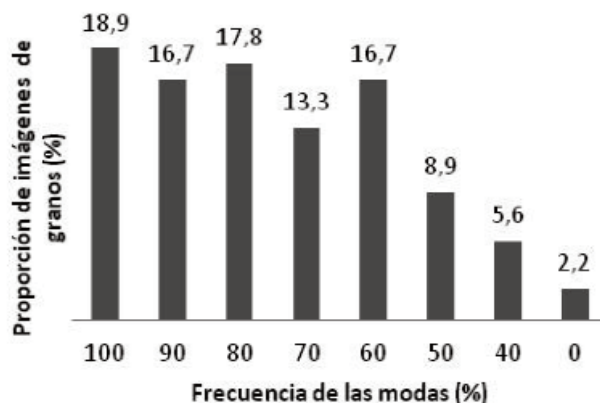


FIGURA 1. Distribución de imágenes de granos con base en la frecuencia de la moda de las respuestas

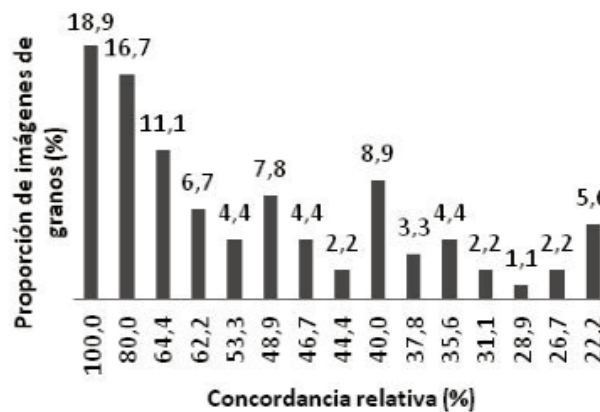
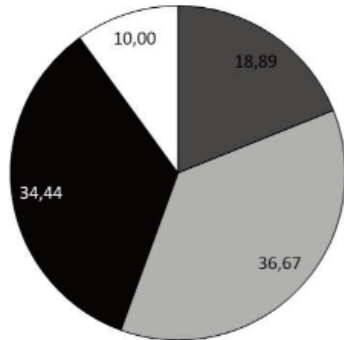


FIGURA 2. Distribución de imágenes de granos con base en la concordancia relativa de las respuestas

Al evaluar la distribución de imágenes de grano en función del número de categorías asignadas, se encontró que una considerable cantidad de imágenes alcanzaron una sola categoría de grano (Figura 3). Sin embargo, la mayor proporción de imágenes presentaron entre dos y tres categorías, incluso se evidenciaron imágenes que presentaron todas las categorías, pero en baja frecuencia. En cuanto al tipo de categoría, se

observó que las imágenes de algunos granos alcanzaron categorías absolutas de T y Y pero no D y P, estas dos últimas siempre estuvieron de forma combinada con el resto de las categorías (Figura 4). Las mayor proporción de imágenes evaluadas presentaron respuestas derivadas de la combinación D, Y y P; mientras que imágenes de granos con las combinaciones T - Y presentaron baja frecuencia.



■ Una categoría ■ Dos categorías ■ Tres categorías □ Cuatro categorías

FIGURA 3. Distribución de imágenes de grano con base en el número de categorías

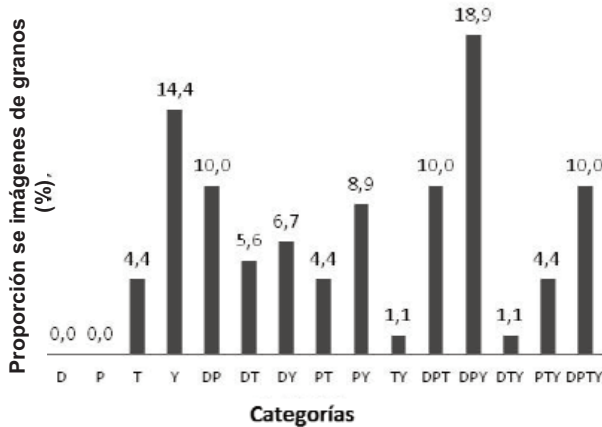


FIGURA 4. Distribución de imágenes de grano con base en las categorías asignadas

Los analistas difirieron en los niveles de aciertos con respecto a las modas de las imágenes de grano, lo cual permitió establecer un orden de mérito (Tabla 1). Este indicó que la mayor parte de los analistas presentaron niveles de aciertos entre 60 y 90%. La galería de imágenes generada representa una muestra de aquellas categorías asignadas para frecuencias de moda superiores a 70%, con lo que se establece un marco de referencia para la evaluación visual de imágenes de granos de arroz (Figura 5).

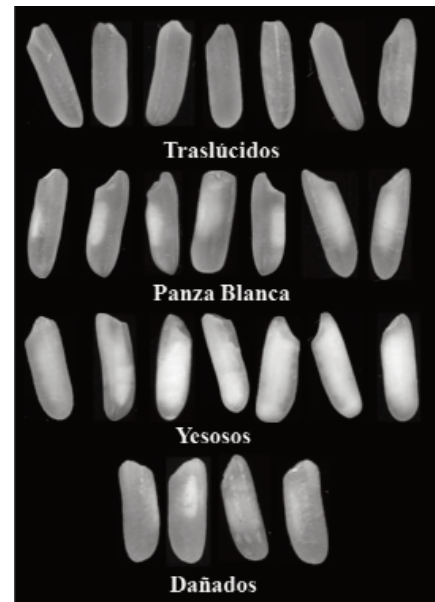


FIGURA 5. Galería de imágenes de granos por categoría

TABLA 1. Orden de merito de los analistas para la evaluación de imágenes de grano de arroz pulido

Analista	Aciertos N°	Aciertos (%)
9	52	57,78
10	60	66,67
2	61	67,78
4	64	71,11
6	68	75,56
8	70	77,78
5	73	81,11
1	76	84,44
7	79	87,78
3	83	92,22
n=90		

DISCUSIÓN

Las frecuencias de moda y concordancias relativas de las respuestas revelaron una percepción diferencial entre los analistas, al momento de definir algunos granos. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la sensibilidad visual del analista para identificar algunos tipos de grano, pese a que las categorías empleadas son comúnmente aplicadas en los laboratorios de calidad considerados en el presente estudio (6-8). Los analistas no indicaron problemas para la evaluación relacionados con la calidad de la imagen, por lo que los resultados corroboran la subjetividad del método de evaluación visual tal como fue señalado por Oryza (11).

La asignación consistente para las categorías de T y Y en algunas imágenes, probablemente se debe a que estos presentan menor dificultad para establecer diferencias visualmente. En contraste, la existencia de imágenes con categorías de D o P únicamente bajo la forma combinada, puede ser atribuida a la dificultad de los analistas para cuantificar las áreas yesadas cuando están cercanas al 50% del área total del grano, con lo cual se asignan categorías de Y, P o incluso D. Existen daños mecánicos del grano durante el pulido que resultan en la aparición de áreas opacas externas (no ventral), que de acuerdo a su extensión podrían ser percibidas también como un Y o P.

A pesar de los años de experiencia de los analistas, estos presentaron diferentes niveles de precisión conforme a lo observado en el porcentaje de aciertos con la moda, lo que probablemente puede implicar errores en la tipificación de calidad del grano. El valor de concordancia estimada en función de *Kappa* indicó que los analistas presentaron un nivel de concordancia “moderada” conforme a las categorías propuesta por Landis y Koch (19). En la presente investigación se encontró un mayor nivel de acuerdo entre analistas que en lo señalado por Castillo y Gaviria (10), quienes al evaluar con cinco analistas expertos 50 granos considerados entre Y y P, encontraron entre 40% y 80% de respuestas divergentes.

La tabla referencial de imágenes derivada de este estudio se presenta como una alternativa para uniformizar los criterios de evaluación entre analistas, y contribuir a la mejora de la confiabilidad de los resultados del análisis visual de granos defectuosos de arroz, sin las limitaciones asociadas a la replicación de muestras físicas entre laboratorios.

CONCLUSIÓN

La evaluación interlaboratorio para la determinación de la apariencia del grano mediante imágenes digitales evidenció una concordancia moderada entre analistas, que se atribuye a la subjetividad de la evaluación visual. Los analistas presentaron mayor concordancia para las categorías de granos traslúcidos y yesosos con respecto a granos panza blanca y dañados. Estos resultados evidencian la necesidad de uniformizar criterios para la evaluación visual de la apariencia de granos en arroz. La realización de ensayos interlaboratorio como el realizado en esta investigación, así

como el uso de una tabla referencial de imágenes de granos para cada categoría de apariencia, pueden ser alternativas que contribuyan a mejorar la confiabilidad de los resultados emitidos por los analistas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Ing. Ana Acosta por la captura y organización de las imágenes de granos, y al Dr. Omar Verde por sus recomendaciones para el análisis estadístico de los datos.

REFERENCIAS

1. Tashiro T, Ebata M. The effect of ripening conditions on occurrence of white belly kernel. *Proc. Crop.* 1975; 44: 86-92.
2. Martínez C, Cuevas F. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia: Colombia S.A.; 1989.
3. Lisle A, Fitzgerald M. Finding the link between chalkiness and starch synthesis: Temperature rice conf, 2nd. *Rice Res. Philippines.* 2002; p 485-487.
4. Juliano B. Compiler. An international survey of methods used for evaluation of cooking and eating qualities of milled rice. *IRPS.* 1985; 77: 3-23.
5. Resurrección A, Yoshida S. Effect of temperature during ripening on grain quality of rice. *Soil Sci. Plant Nutr.* 1977; 23:109-112.
6. Grain Inspection, Packers and Stockyards Administration (GIPSA). United States Standards for Rice. [Internet]. 2005 [Citado 30 de julio de 2010]; Disponible en: <http://archive.gipsa.usda.gov/reference-library/standards/ricestandards.pdf>
7. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma técnica Colombiana. NTC 519; 2001.
8. Comisión Venezolana de Normas Industriales. (COVENIN) Norma COVENIN 44-90. Arroz paddy. Venezuela; 1990
9. Torres E, Jeninngs P, Duque M, Kuri V, Corredor E, Sierra J. Análisis de estabilidad para centro blanco en arroz (*Oryza sativa*). *Foro Arroceros Latinoamericano.* 2002; 8:9-13
10. Castillo A, Gaviria J. Molinería de arroz en los trópicos. Colombia: Ediagro LDTA; 2000.
11. Oryza. What makes rice chalky? Are U.S. hybrid varieties connected to chalkiness? We ask experts. Tell us what by dailynews. [Internet]. 2011 [Citado 14 de junio de 2010]; Disponible en: <http://oryza.com/Rice->

- News/13040.html
12. Dotta G, Calidad de grano de arroz: En camino hacia la uniformidad en el criterio analítico. *Revista Arroz*. 2008; 55:21-30
 13. Cabañas E, Sánchez R, Alva S, Programa de evaluación de la calidad entre laboratorios XXII. La confiabilidad de la media de consenso. *LAB-acta*. 1999; 11:113-117
 14. Castillo A. Molinería (Pilado) de Arroz. Molinería en los trópicos. Tomo II. Colombia: Ediagro LDTA; 2007.
 15. CONARROZ. Sistema estándar de producción agroindustrial de arroz. Analizador de arroz Suzuki S21. [Internet]. 2007 [Citado Mayo 2011]; Disponible en: <http://www.conarroz.com/pdf/11Equiposdelaboratorio.pdf>
 16. Aryan A, Martin M, Blackburn H, Philpot K, Snell P, Reinke R. New tolls for precise & efficient grain evaluation. *IREC Farmers Newsletter*. 2006; 171: 35-37
 17. Futrell, D. When quality is a matter of test, use reliability indexes. *Quality progress*. 1995; 81-86.
 18. Martínez B. Evaluando la repetibilidad y reproducibilidad de sistemas de medición para características de calidad replicables, definidas por atributos múltiples en escala nominal. Instituto Autónomo de Querétaro. [Internet]. 2001 [Citado 20 de mayo de 2009]; Disponible en: http://www.itvictoria.edu.mx/principal/tecnointelecto/vol4_no1/Tecnointelecto%20Vol1%204%20No%201%20pp%203441%20Mart%C3%ADnez.pdf
 19. Landis J, Koch G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33:159-123.

Recibido: 17-02-2012

Aceptado: 26-06-2012

Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más fibra y menos calorías que los convencionales

Alma Rosa Islas-Rubio, Anabel Hernández-Zepeda, Ana María Calderón de la Barca, Martha Nydia Ballesteros-Vásquez, María del Carmen Granados-Nevárez, Francisco Vásquez-Lara.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Hermosillo, México.

RESUMEN. Se prepararon distintas formulaciones para pastelillos de chocolate (brownies) sustituyendo 15, 20 y 25% de la harina de trigo con inulina. Se evaluaron las características del batido de cada una de las formulaciones y se sometieron al proceso de horneado a 175 oC por 45 min. Después del horneado, los brownies se dejaron enfriar por 1 h y posteriormente se empacaron en charolas de poliestireno cristal y se les evaluó textura a los 1, 3, 7 y 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente (25 oC) y 65% de humedad relativa. En base a las evaluaciones del batido y a las propiedades texturales de los brownies durante el almacenamiento, se seleccionó la formulación con 20% inulina como la mejor. Se analizó composición proximal y cuantificó fibra dietética total, soluble e insoluble, tanto al brownie control y al de 20% de inulina, como a un brownie comercial. El brownie con 20% de inulina presentó menor firmeza, gomosidad y masticabilidad que el control, mayor contenido de proteína y menor contenido de grasa (6,3 vs 26,3%) y aporte calórico (331,4 vs 467,9 kcal/100 g) con respecto al brownie comercial. El brownie con 20% de inulina mostró el doble de fibra dietética total y 22 veces más fibra soluble que el brownie control. La aceptabilidad del brownie con 20% inulina fue similar a la del brownie control. La incorporación de inulina en la elaboración de brownies permitió reducir el aporte calórico y aumentar el contenido de fibra soluble, sin afectar adversamente la textura de los pastelillos.

Palabras clave: Brownies, fibra dietética, inulina.

SUMMARY. Formulation and elaboration of low-energy and high fiber-containing brownies. Different formulations for chocolate pastries making (brownies) were prepared by substituting 15, 20, and 25% of the wheat flour by inulin. The batter characteristics of each formulation were evaluated and the batters were baked at 175 oC for 15 min. After baking, the brownies were allowed to cool, put into crystal polystyrene trays, and their texture after 1, 3, 7, and 15 days of storage at room temperature (25 oC) and 65% of relative humidity, was evaluated. Based on the evaluations of batter characteristics and brownies textural properties during storage, the formulation containing 20% of inulin was the best. Proximate analysis was determined, and total, soluble and insoluble dietary fiber were quantified for brownies control and 20% inulin ones, as well as commercial brownies. The brownies containing 20% inulin showed lower firmness, gumminess, and masticability than the control and higher protein and lower fat content (6,3 vs 26,3%) and caloric value (331,4 vs 467.9 kcal/100 g) in comparison to the commercial brownies. The brownie with 20% inulin had twice the total dietary fiber and 22 times more soluble fiber than the brownie control. The acceptability of the brownie with 20% inulin was similar to that of the control. The incorporation of inulin in the production of brownies allowed to reduce the caloric value and to increase the soluble fiber content without adverse effects in texture of the pastries.

Key words: Brownies, dietary fiber, inulin.

INTRODUCCION

Los "brownies" son pastelillos dulces, pequeños, que tienen una cubierta de chocolate y pueden incluir en su interior trocitos de nuez, chocolate, mantequilla de cacahuete y una variedad de ingredientes. Su característica principal es que en el centro la masa aparenta estar húmeda, con una textura un tanto gomosa y tienen una superficie crujiente. Los brownies industrializados disponibles comercialmente son energéti-

camente densos y prácticamente no contienen fibra dietética (<http://www.nutritiondata.self.com/facts/baked-products/4930/2>).

De acuerdo a algunos especialistas, el consumo frecuente de productos con alta densidad energética como los brownies, está relacionado al problema epidémico de obesidad en el mundo. En el 2005, la Organización Mundial de la Salud señaló que 20 millones de niños menores de 5 años presentaban sobrepeso y al menos 400 millones de adultos presentaban obesidad (1). Las

estimaciones hechas por este mismo organismo en el año 2010 (2) indican que existen 42 millones de niños con sobrepeso, de los cuales 35 millones viven en los países en desarrollo.

Por su parte, la fibra dietética es un componente de los alimentos de origen vegetal, que escapa a la digestión y tiene efectos fisiológicos que coadyuvan a paliar el problema de la obesidad (3). Además, disminuye el riesgo de otras enfermedades crónico-degenerativas, como las cardiovasculares (4), cáncer de colon (5) y diabetes tipo 2 (6).

En la búsqueda de soluciones prácticas a los problemas de salud globales, se están diseñando alimentos industrializados que además de aportar nutrientes, promuevan beneficios a la salud. Estos, son los llamados “alimentos funcionales o dietéticos”, como yogurts, jugos o zumos, productos de repostería y otros, que en su formulación incluyen entre otros componentes inulina, oligofruktosa y polidextrosa. La inulina y la oligofruktosa son fibra dietética (7); la primera, es un polisacárido que se extrae de la raíz de achicoria, cebolla, ajo, alcachofas y bananas (8). Sus subunidades son β -D-fructofuranosa y forman cadenas que por lo común terminan en sacarosa (9). La inulina es un probiótico con efecto bifidogénico porque promueve el crecimiento de bacterias benéficas, mientras que reprime las nocivas (10, 11). Además, la inulina presenta propiedades tecnológicas atractivas para el desarrollo de nuevos productos, especialmente aquellos destinados al control de peso (12).

Así, el propósito de este trabajo fue desarrollar un pastelillo tipo “brownie” bajo en densidad energética y rico en fibra dietética, como una alternativa saludable.

MATERIALES Y METODOS

Los ingredientes utilizados para la elaboración de los brownies se listan en la Tabla 1. Todos los materiales fueron adquiridos del comercio local en Hermosillo, Sonora, México, excepto la inulina que fue donada por Beneo-Group (Megafarma, S.A. de C.V., México, D.F.).

Características del batido

Se prepararon las formulaciones con las distintas concentraciones de inulina y sin inulina (100% harina de trigo), modificando la cantidad de agua utilizada. Se realizaron las mediciones de las ca-

racterísticas del batido usando el texturómetro TA-XT2 (Texture Technologies, Corp., Scarsdale, NY) con la celda de extrusión en reversa (A/BE) y el vaso de acrílico de 60 mm de diámetro y 75 mm de altura y un disco de acrílico de 40 mm de diámetro recomendados para esta prueba, que consistió en el análisis de perfil de textura (APT) en modo compresión. Los datos se obtuvieron siguiendo la guía del usuario del texturómetro TA-XT2 (13). Se utilizó el software para calcular la consistencia (g-s), adhesividad (g-s), cohesividad (adimensional) y elasticidad (adimensional) del batido (14). Los valores del APT son el promedio de triplicados. La velocidad de prueba fue de 1 mm/s y el umbral de fuerza y distancia de 1 g y 1 mm, respectivamente. El desplazamiento fue de 2 mm. De esta forma se estableció la cantidad óptima de agua a utilizar para cada una de las formulaciones.

Elaboración de brownies

Se elaboraron los brownies por triplicado de acuerdo al procedimiento indicado en la Fig. 1, utilizando la cantidad óptima de agua determinada previamente para cada una de las formulaciones. Los brownies fueron horneados a 175 °C por 45 min en un horno National modelo C (National Mfg Co., Lincoln, NE).

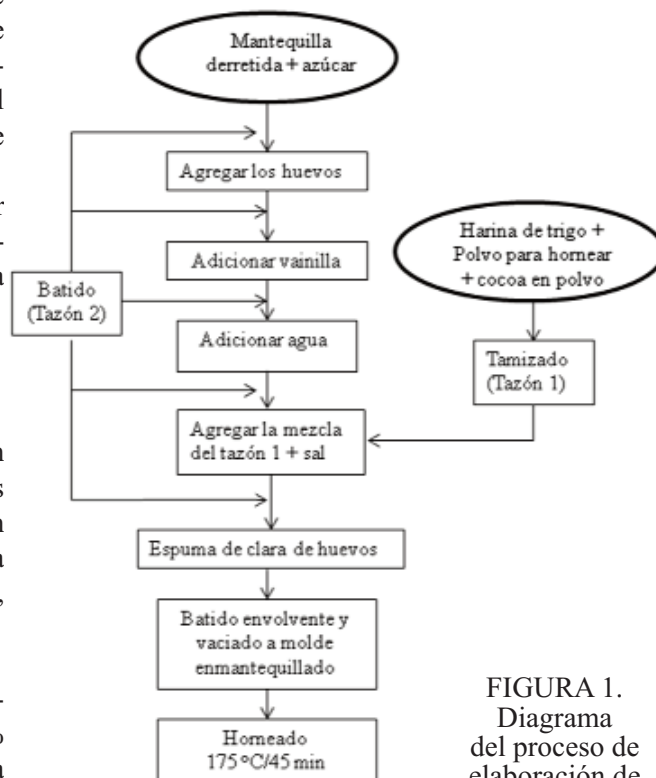


FIGURA 1. Diagrama del proceso de elaboración de los brownies

Textura en los brownies

La medición objetiva de textura se realizó en los brownies con 0% (referencia) y 20% inulina, utilizando el texturómetro TA-XT2 (Texture Technologies, Corp., Scarsdale, NY). Para la medición del APT de los brownies se utilizó el modo “fuerza en compresión”, una velocidad de prueba de 1,7 mm/s y el tiempo entre cada ciclo de compresión fue de 5 s, fuerza inicial 10 g y un desplazamiento de 7,5 mm. Se colocó la base del brownie hacia arriba y el aditamento cilíndrico (TA-4, 38 mm de diámetro y 20 mm de altura) especial para esta prueba se sujetó al cabezal del equipo, se dejó que bajara para comprimir la muestra y registrar la fuerza requerida para lograr la compresión. La fuerza máxima de la primera compresión representa la firmeza del brownie. Otros parámetros relevantes además de la firmeza fueron la gomosidad y masticabilidad medidos en los brownies almacenados al ambiente (25 oC, HR 65%) por 1, 3, 7 y 15 días. La gomosidad es la energía requerida para desintegrar un producto semisólido para ser digerido y está relacionada con la firmeza y cohesividad. La masticabilidad es la energía requerida para masticar un producto sólido para ser ingerido y se calcula a partir del producto de la firmeza, cohesividad y elasticidad. Para envasar, se utilizó un envase de poliestireno cristal similar al que se usa para el brownie industrializado comercial.

Análisis proximal

El análisis proximal de los brownies se realizó por triplicado de acuerdo a los procedimientos oficiales de la AACC (15) que se listan a continuación: Método 44-40, Método 46-13 (%N x 6,25), Método 08-01 y Método 30-20 para contenido de humedad, proteína, cenizas y grasa, respectivamente. Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia.

Contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble

El contenido de fibra dietética total, fibra soluble e insoluble se determinó solamente en los brownies adicionados con 20% de inulina y la referencia (0% sustitución) por el Método 991,43 de la AOAC (16), utilizando un juego de reactivos comerciales de Megazyme (Megazyme Intl., Irlanda) siguiendo las indicaciones del proveedor. Además, para los brownies con 20% inulina, se le adicionó a la fibra total medida, el contenido de fructanos de la inulina adicionada (Método 988,12, AOAC 1990), misma cantidad que se sumó a la fibra soluble.

Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial con 101 panelistas no entrenados (43 mujeres y 58 hombres) en un rango de edad entre 19-58 años. Se utilizó una prueba de discriminación 3AFC (alternative forced choice) para analizar si percibían diferencia entre el brownie con 20% inulina y el control. Además, se evaluó la aceptabilidad de las muestras utilizando una escala hedónica de 15 puntos. Los resultados se analizaron por los métodos de Ennis (17) y O'Mahony y Rosseau (18).

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados usando el paquete estadístico NCSS (19) versión 2000. Se realizó un análisis de varianza de una vía y se compararon las medias mediante la prueba de Tukey-Kramer, considerando una probabilidad de 0,05.

RESULTADOS

Características del batido

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las características del batido de las distintas formulaciones (Tabla 2). La consistencia y la adhesividad del batido disminuyeron al incrementar la proporción de inulina. El batido de la formulación con 25% inulina mostró una mayor cohesividad y elasticidad que el resto de las formulaciones, pero sin ser significativa ($p > 0,05$) la diferencia. Esto pudo deberse a la alta variabilidad en las mediciones, lo que a su vez está influida por la heterogeneidad de las muestras.

Textura en los brownies elaborados

Los brownies elaborados con cada una de las formulaciones presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en sus características texturales durante el almacenamiento al ambiente por 15 días (Tabla 3). La firmeza de los brownies elaborados con 20% inulina fue menor en comparación con la del brownie control, independientemente del tiempo de almacenamiento. Esto indica que la velocidad de envejecimiento fue menor para el brownie con 20% inulina. La humedad en el brownie con 20% inulina fue similar a la del control. En base a las evaluaciones del batido y a las propiedades texturales de los brownies durante el almacenamiento, se seleccionó la formulación con 20% de inulina por presentar las mejores características.

Composición química de los brownies

La composición proximal y la contribución de la fibra total, soluble e insoluble en los brownies elabo-

TABLA 1.
Ingredientes utilizados en la elaboración de los brownies sin (0%) y con 20% de inulina.*

Ingrediente	Brownies 0% Inulina	Brownies con 20% de inulina
Inulina	-	45 g
Harina de trigo	225 g	180 g
Azúcar	450 g	450 g
Cocoa en polvo	85 g	85 g
Margarina	60 g	60 g
Polvo para hornear	½ cucharadita	½ cucharadita
Sal	½ cucharadita	½ cucharadita
Vainilla	1 cucharadita	1 cucharadita
Huevos	2	2
Claros de huevo	4	4
Jarabe de maíz	-	16,8 mL
Lecitina de soya	-	11,25 mL
Agua	120 mL	182 mL

* Las cantidades utilizadas son las requeridas para 15 porciones.

TABLA 2.
Características del batido de las formulaciones utilizadas para la elaboración de los brownies*.

Formulación (Trigo:Inulina)	Consistencia (g s)	Adhesividad (g s)	Cohesividad	Elasticidad
100:00	168,9 ^b	153,2 ^b	0,58 ^a	0,93 ^a
85:15	100,7 ^{ab}	83,6 ^{ab}	0,60 ^a	0,97 ^a
80:20	85,8 ^a	64,8 ^a	0,58 ^a	0,92 ^a
75:25	71,8 ^a	44,4 ^a	0,67 ^a	1,59 ^a

*Los valores son el promedio de triplicados. Letras distintas en una misma columna indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

TABLA 3.
Composición química de los brownies sin (0%) y con 20% de inulina y de los industrializados*.

Componente químico g/100g	Brownies comerciales	Brownies sin inulina	Brownies con 20% inulina
Humedad	9,01 ± 0,2 ^a	21,6 ± 0,2 ^c	20,5 ± 0,1 ^b
Proteína	4,7 ± 0,1 ^a	6,8 ± 0,1 ^c	6,3 ± 0,1 ^b
Grasa	26,3 ± 0,4 ^c	5,1 ± 0,2 ^a	6,3 ± 0,0 ^b
Cenizas	1,3 ± 0,1 ^a	1,3 ± 0,0 ^a	1,2 ± 0,1 ^a
Carbohidratos totales [‡]	58,7**	65,2**	65,7**
De los cuales:			
Fibra dietaria total	-	2,98 ± 0,1 ^a	6,63 ± 0,4 ^b
Fibra soluble	-	0,19 ± 0,1 ^a	4,38 ± 0,2 ^b
Fibra insoluble	-	2,79 ± 0,1 ^b	2,25 ± 0,1 ^a

* Los valores son el promedio de triplicados ± la desviación estándar. Letras distintas en el mismo renglón indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

[‡]Calculados por diferencia.

radados, se presenta en la Tabla 4. El brownie comercial tiene un alto porcentaje de grasa (26,3%) en comparación con el control y el brownie con 20% inulina. El contenido de fibra dietética total entre el control y el brownie con 20% inulina se duplicó; mientras que el contenido de fibra soluble fue 22 veces mayor en el brownie con 20% inulina.

Evaluación sensorial

El 51% de los panelistas detectó una ligera diferencia entre el brownie con 20% inulina y el control. De acuerdo a los comentarios emitidos por los panelistas, la mínima diferencia puede atribuirse a la textura. Por otra parte, no hubo diferencia significativa entre la aceptabilidad del brownie con 20% inulina ($10,9 \pm 0,9$) y la del brownie control ($10,1 \pm 0,9$).

DISCUSION

Características del batido y textura de los brownies

La evaluación de las propiedades del batido elaborado con los distintos niveles de sustitución de la harina de trigo por inulina, permitió seleccionar el más adecuado para lograr un brownie con menor aporte calórico, sin comprometer su textura. Con esto, se pretende mantener la aceptabilidad del consumidor, evitando el rechazo que se ha presentado para otros productos en donde parte del almidón se sustituyó por fibra (12). El envejecimiento de los productos de panificación se caracteriza por un incremento en la firmeza de la miga y una pérdida de frescura (9). El brownie con 20% inulina mostró una menor velocidad de envejecimiento que el brownie control, lo cual se relaciona con la capacidad de retención de humedad de la inulina (9), que influye también para que no aumente la firmeza (20, 21). Además, la inclusión del jarabe de maíz y la lecitina de soya coadyuvaron a que se obtuvieran estas características tanto en el batido

TABLA 4.
Resultados del análisis de perfil de textura y contenido de humedad de los brownies durante el almacenamiento al ambiente*.

Formulación (Trigo:Inulina)	Tiempo (días)	Firmeza (g)	Gomosidad	Masticabilidad	Humedad (%)
100:00	0	314,7 ^b	157,0 ^b	134,9 ^b	-
85:15	0	186,7 ^a	89,5 ^a	76,1 ^a	-
80:20	0	149,3 ^a	71,8 ^a	59,6 ^a	-
75:25	0	179,7 ^a	88,1 ^a	75,1 ^a	-
100:00	1	269,9 ^d	126,8 ^c	106,7 ^c	20,3 ^a
85:15	1	159,3 ^c	73,7 ^b	61,0 ^b	20,4 ^a
80:20	1	99,2 ^a	48,1 ^a	39,2 ^a	19,8 ^a
75:25	1	128,7 ^b	61,0 ^{ab}	50,2 ^b	20,4 ^a
100:00	3	275,2 ^b	128,9 ^b	108,5 ^b	-
85:15	3	196,1 ^a	86,6 ^c	68,9 ^a	-
80:20	3	152,5 ^a	65,7 ^c	52,3 ^a	-
75:25	3	174,0 ^a	82,2 ^c	68,0 ^a	-
100:00	7	418,9 ^d	184,5 ^d	146,9 ^d	18,1 ^a
85:15	7	187,8 ^b	86,2 ^b	68,9 ^b	19,8 ^b
80:20	7	132,3 ^a	60,2 ^a	48,4 ^a	19,7 ^b
75:25	7	274,3 ^c	118,2 ^c	91,2 ^c	19,1 ^b
100:00	15	371,3 ^b	172,7 ^b	136,9 ^c	17,0 ^a
85:15	15	355,0 ^b	153,0 ^b	118,1 ^{bc}	18,0 ^a
80:20	15	233,9 ^a	95,2 ^a	71,3 ^a	17,8 ^a
75:25	15	340,4 ^b	155,6 ^b	120,7 ^{bc}	18,1 ^a

* Letra distinta en la misma columna y tiempo de almacenamiento indica diferencia significativa ($p < 0,05$).

como en los brownies, ya que también el jarabe de maíz contribuye al cuerpo y palatabilidad de los brownies (7). La lecitina de soya por su propiedad emulsificante ayuda a la incorporación de todos los ingredientes (22) y a la disminución de la retrogradación del almidón (21), mejorando la textura de los brownies.

Composición química de los brownies

La estimación del aporte calórico de los brownies presentó valores cercanos entre el control y el brownie con 20% inulina (328 vs 331,4 kcal/100 g). Así cada porción de 60 g de brownie aporta solamente 198,8 kcal, mientras que el brownie comercial los superó con al menos 136 kcal/100 g; esto es, en un 41%. Estas estimaciones se realizaron considerando el resultado del análisis proximal y el aporte de 2 kcal/g de inulina,

que sería el máximo (11) que aportaría vía su fermentación anaeróbica en el colon. La mayor aportación de fibra soluble del brownie con 20% inulina reviste importancia en la salud por su asociación con la reducción de colesterol en plasma y la modulación de la respuesta glicémica (23). Incluso en sujetos normolipidémicos, la inulina tiene efectos favorables en sus triglicéridos séricos (24). De esta forma, el brownie con 20% inulina podría catalogarse como alimento funcional (25).

Evaluación sensorial

La diferencia percibida entre los brownies con inulina y los que no la tienen, fue mínima; esto, de acuerdo a los panelistas, pudiera atribuirse a una ligera diferencia en textura. Sin embargo, ambos brownies fueron igualmente aceptables.

CONCLUSIONES

La sustitución de un 20% de harina de trigo por inulina, permitió reducir el contenido de grasa en el pastelillo tipo brownie sin afectar adversamente su textura y aceptabilidad e incrementar al doble el contenido de fibra dietética total y 22 veces el de fibra soluble. El pastelillo desarrollado podría formar parte de los nuevos productos en el mercado, con tendencia a una dieta saludable para la población en general.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la M.C. Armida Rodríguez Félix por la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Programas y Proyectos. Sobrepeso y Obesidad. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>. Consultada en Febrero 15, 2008.
2. Organización Mundial de la Salud. Programas y Proyectos. Estrategia global em dieta, actividad física y salud. Sobrepeso y Obesidad en La Infancia. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/> Consultada en Mayo 14, 2010.
3. Slavin JL. 2005. Dietary fiber and body weight. *Nutrition* 2005;21:411-418.
4. Jones JM. Dietary fiber or whole grains or both?. In: Salovaara H, Gates F, Tenkanen M, editors. *Dietary fibre components and functions*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers;2007. p. 13-30.
5. Pins JJ, Kaur H. A review of the effects of barley β -glucan on cardiovascular and diabetes risk. *Cereal Foods World* 2006;51(1):8-11.
6. Murakami K, Sasaki S, Okubo H. Effect of dietary factors on incidence of type 2 diabetes: a systematic review of cohort studies. *J. Nutr. Sci. Vit.* 2005;51(4):292-310.
7. Franck A, De Leenheer L. Inulin. In: Vandamme EJ, De Baets S, A. Steinbuchel A. editors. *Biopolymers Vol 6, (Polysaccharides II, Polysaccharides from Eukaryotes)*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH; 2002. p. 439-479.
8. Van Loo J, Coussement P, De Leenheer L, Hoebregts H, Smits G. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. *Food Sci. Nutr.* 1995;35(6):525-552.
9. BeMiller JN. *Carbohydrate chemistry for food scientists*. 2nd. ed. St. Paul, MN; 2007. p. 255-262.
10. Wand X, Gibson GR. Effects of the in vitro fermentation of oligofructose and inulin by bifidobacteria growing in the human large intestine. *J. Appl Bacteriol* 1993;75(4):373-380.
11. Roberfroid MB, van Loo JA, Gibson GR. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J. Nutr.* 1998;128:11-19.
12. Meyer D. Inulin for product development of low GI products to support weight management. In: Salovaara H, Gates F, Tenkanen M, editors. *Dietary fibre components and functions*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers;2007. p. 257-269.
13. Anonymous. *User Guide to TA-XT2 Texture Analyzer*. Texture Expert. Windows version 1.0. Stable Micro Systems. Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY; 1997.
14. Bourne MC. Principles of objective texture measurement. In: Bourne MC, ed. , *Food texture and viscosity: concept and measurement*. New York: Academic Press; 1982. p. 44-117.
15. AACC. *Approved methods of the american association of cereal chemists*. Methods 08-01, 30-20, 44-40, 46-13. 9th Ed. The Association, St. Paul, MN; 1995.
16. AOAC International. *Official methods of analysis of AOAC International*. Method 991.43. Total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic-gravimetric method, 17th ed. AOAC Intl., Gaithersburgs, Maryland; 2000, Chap. 32:7-10.
17. Ennis DM. The power of sensory discrimination methods. *J. Sens. Stud.* 1993;8:353-370.
18. O'Mahony M, Rosseau B. Discrimination testing: a few ideas, old and new. *Food Quality and Preferences* 2002;14:157-164.
19. NCSS. *Quick start & self help manual*. NCSS 2000 Statistical system for windows. Kaysville, Utah; 1998.
20. Rogers DE, Zeleznak KJ, Lal CS, Hosney RC. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chem.* 1988;65:398.
21. Gray JA, Bemiller JN. Bread staling: molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2003; 2:1-21.
22. Serna Saldívar SRO. *Manufactura y control de calidad de productos basados en cereales*. AGT Editor, S.A., México, D.F.; 2003. p. 154-155.
23. Guillon F, Saulnier L, Robert P, Thibault JF, Champ M. Chemical structure and function of cell walls through cereal grains and vegetable samples. In: Salovaara H, Gates F, Tenkanen M, editors. *Dietary fibre components and functions*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers;2007. p. 31-64.
24. Williams CM, Jackson KG. Inulin and oligofructose: effects on lipid metabolism from human studies. *Br J*

Nutr 2002;87(Suppl 2):S261-S264.

25. Floros JD, Newsome R, Fisher W, Barbosa-Canovas GV, Chen H, Dunne CP, German JB, Hall RL, Heldman DR, Karwe MV, Knabel SJ, Labuza TP, Lund DB, Newell-McGloughlin M, Robinson JL, Sebranek, JG, Shewfelt RL, Tracy WF, Weaver CM, Ziegler GR. Feeding the world today and tomorrow: The importance of food science and technology. An IFT scientific review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2010;9:572-599.

Recibido: 15-09-2011

Aceptado: 04-06-2012

**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

You will receive availability confirmation and a price quotation

Caracterización de semillas de linaza (*Linum usitatissimum* L.) cultivadas en Venezuela

Zoitzia Ostojich Cuevas, Elba Sangronis

Laboratorio de Análisis de Alimentos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

RESUMEN. En los últimos años se ha promovido el consumo de linaza (*Linum usitatissimum* L.) como alimento funcional por sus beneficios a la salud, atribuibles principalmente a su contenido de ácidos grasos omega-3, lignanos, y fibra dietaria. En este estudio se evaluó la calidad microbiológica, composición química y las propiedades antioxidantes de la semilla de linaza cultivada en Venezuela y se comparó con una variedad canadiense de amplia venta en el país. Se determinaron coliformes totales, mohos y levaduras, *S. aureus*, y esporulados de los géneros *Bacillus* (aerobios) y *Clostridium* (anaerobios), humedad, grasas, proteínas, fibra dietética total, soluble e insoluble, mucílago, minerales, perfil de ácidos grasos, contenido de HCN equivalente, aw, color, polifenoles y propiedades antioxidantes como Eficiencia Antirradical (EA), concentración de antioxidante necesario para disminuir la concentración inicial en 50 % (EC50) y el tiempo necesario para alcanzar la EC50 (TEC50). Se determinaron diferencias significativas en la composición de las semillas, resaltando su elevado contenido de grasa, proteínas, ácido alfa-linolénico y fibra dietaria. Se observaron diferencias en el contenido de mucílago, pero no en el de fibra soluble, insoluble y total. La concentración de HCN equivalente en ambas semillas es del orden de 40 mg/100 g, lo cual no representa riesgos a la salud, si se consideran sus formas de consumo. La linaza venezolana contiene mayor contenido de polifenoles que la canadiense, pero la capacidad antioxidante de esta última es mayor; ambas tienen una EA calificada como media (TEC50>30 min).

Palabras clave: Linaza, polifenoles, capacidad antioxidante.

SUMMARY. Characterization of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) grown in Venezuela. In recent years, the consumption of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) has been promoted as a functional food for its health benefits, mainly attributable to its content of omega-3 fatty acids, lignans and dietary fiber. This study evaluated the microbiological quality, chemical composition and antioxidant properties of flaxseed grown in Venezuela and compared them to the values of a Canadian variety widely sold in the country. Total coliforms, molds and yeasts, *S. aureus* and sporulated of the genera *Bacillus* (aerobic) and *Clostridium* (anaerobic), moisture, fat, protein, total dietary fiber, soluble and insoluble, mucilage, minerals, fatty acid profile, equivalent HCN content, aw, color, polyphenols and antioxidant properties, like antiradical efficiency (AE), concentration of antioxidant needed to decrease the initial concentration by 50 % (EC50) and the time required to reach the EC50 (TEC50) were evaluated. Significant differences in seed composition were determined, where its high content of fat, protein, alpha-linolenic acid and dietary fiber stand out. Differences were observed in the mucilage content, but not in soluble, insoluble and total fiber content. Equivalent HCN concentration in both seeds is in the order of 40 mg/100 g, which poses no health risks, considering their consumption patterns. Venezuelan flaxseed contains higher content of polyphenols than the Canadian does, but the antioxidant capacity of the latter is higher; both have an EA rated as average and a slow reaction time (TEC50> 30 min).

Key words: Flaxseed, polyphenols, antioxidant capacity.

INTRODUCCIÓN

La semilla de lino, mejor conocida como linaza, es una oleaginosa de origen mediterráneo, considerada hasta hace poco como una “oleaginosa industrial” por sus múltiples usos diferentes al de la alimentación. Sin embargo, variados estudios que muestran su valor nutritivo han despertado el interés de la industria de alimentos y del consumidor (1, 2). La linaza posee un elevado contenido de grasa, fibra y proteínas, así como

un aceite, rico en ácidos grasos omega 3 y un considerable contenido de lignanos con efectos beneficiosos sobre la regulación hormonal y en la prevención de enfermedades como el cáncer y la diabetes (3, 4). Además, la linaza contiene compuestos polifenólicos, que le confieren una alta capacidad antioxidante. Sin embargo, también se ha contemplado la posibilidad de que durante el procesamiento de la linaza se generen compuestos tóxicos como glucósidos cianogénicos (5).

El consumo de linaza en Venezuela depende de una

importación costosa y comúnmente es utilizada más como una medicina casera, pero varios artículos de divulgación en diferentes medios de comunicación han resaltado sus múltiples propiedades beneficiosas a la salud, tanto preventivas como curativas, sobre todo si la incorporamos a nuestra dieta diaria. Ello ha despertado el interés tanto del consumidor como de la industria y se están elaborando panes, barras energéticas, cereales para desayuno y galletas con linaza como ingrediente, tanto a nivel artesanal como industrial, lo que conlleva a mejorar el contenido de proteínas, fibra y perfil de ácidos grasos de los productos desarrollados (6).

El cultivo de linaza es climáticamente viable en Venezuela, en el estado Mérida existen pequeños cultivos que generan aproximadamente 150 kg de semillas/año. Considerando que la composición de la linaza varía con el ambiente, suelo y condiciones de cultivo, y que no existen antecedentes de estudios previos en Venezuela al respecto, es interesante estudiar la variedad de linaza producida localmente a fin de fomentar su cultivo, disminuir la dependencia de la importación de semilla canadiense, incentivar su investigación, explotar su potencial como ingrediente en la industria de alimentos y aprovechar al máximo sus beneficios como alimento funcional. La comparación con linaza canadiense es válida ya que es la variedad que se importa y consume en Venezuela. El consumo de dicha semilla en el país es en forma cruda, lo que requiere una buena calidad microbiológica que garantice su inocuidad al consumidor. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica, la composición química y las propiedades antioxidantes de la linaza (*Linum usitatissimum* L) cultivada en el Estado Mérida, Venezuela y compararla con la semilla canadiense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras: la linaza canadiense (de color pardo-rojiza) fue adquirida en el comercio local, mientras que la cultivada en Venezuela (de color dorado) se obtuvo directamente de su productor, en el sector "El Morro" de la ciudad de Mérida (Edo. Mérida). Se analizaron 2 cosechas de linaza venezolana (Cosecha I: Mayo 2005. Cosecha II: Mayo 2006), ya que la baja calidad microbiológica de la primera generó su descarte y se muestreó una segunda cosecha. El muestreo utilizado fue de tipo aleatorio simple (7). El tamaño inicial del

sublote para ambos tipos de semillas fue aproximadamente 12 kg, y la muestra final 3 kg. La linaza cultivada en Mérida se limpió manualmente de impurezas visibles como ramas, hojas, restos de cápsulas y pequeñas piedras. Las muestras se almacenaron en recipientes de color oscuro y bajo refrigeración hasta su análisis.

Análisis microbiológico: Se determinaron coliformes totales, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, y microorganismos productores de esporas de los géneros *Bacillus* (aerobios) y *Clostridium* (anaerobios). Para coliformes totales y fecales se utilizó la técnica del número más probable (NMP), con caldo Lauril Sulfato (Hi-Media) y Bilis Verde Brillante (Merck) en el caso de los coliformes totales y caldo EC (Merck) para los de origen fecal. Los tubos se incubaron a 35 °C (totales) y a 44,5 °C (fecales) por 24 - 48 h. (8). Para mohos y levaduras se empleó Agar Papa Dextrosa o PDA (Merck), previa adición de ácido tartárico (14 mL/L), y siembra en profundidad (9). Para *S. aureus* se utilizó agar Baird Parker BP (BBL™), adicionado de solución de yema de huevo al 40 % y telurito de potasio al 3,5 %, con siembra en superficie o por agotamiento con las diluciones 10⁻¹ y 10⁻². Las colonias sospechosas se inocularon por separado en caldo cerebro corazón (Merck) a 35 °C por 24 h para su enriquecimiento y se les determinó su capacidad coagulasa positiva en solución de plasma de conejo (10). Para los esporulados aerobios se utilizó Agar Dextrosa Peptona de Caseína (Merck), con púrpura de bromocresol como indicador y siembra en profundidad incubadas por 24-72 h a 35 °C. El recuento presuntivo de *Bacillus cereus* se hizo en agar Yema de huevo Polimixina Rojo Fenol, con un periodo de incubación de 24 h a 37 °C, su presencia se confirmó con tinción Gram y pruebas bioquímicas. Para los esporulados anaerobios se utilizaron los medios *Reinforced Clostridial Agar RCA* (BBL™) con polimixina B (0,02g/L), y el agar Tripton Sulfito Neomicina TSN (Merck), específico para la detección y enumeración de *Clostridium perfringens*. Para la siembra en agar RCA se utilizaron las diluciones 10⁻¹ y 10⁻³ con incubación de 7 días a 35 °C. Se enumeraron las colonias con coloración crema o amarillo pálido. Las placas con agar TSN se incubaron por 24-48 h a 35 °C, siendo las colonias presuntivas de *C. perfringens* de color negro, su presencia se confirmó con pruebas bioquímicas, previa recuperación de las colo-

nias presuntivas tomadas del agar TSN en caldo tioglicolato por 24 h a 37 °C (9). A las colonias obtenidas en ambos medios, se les realizó tinción Gram. Para la determinación de esporas aerobias y anaerobias se calentó la dilución madre de la muestra a 94 °C por 15 min (11).

Todos los análisis microbiológicos se realizaron por triplicado.

Análisis químicos y físicos

Humedad: según el método 925.40 (12).

Proteínas: se determinó el porcentaje de nitrógeno por el método de Kjeldahl (13), en la muestra desgrasada. Se calculó el porcentaje de proteínas ($N \times 6,25$) (5, 14).

Grasa: la extracción fue semicontinua en equipo Soxhlet con hexano grado técnico como solvente, método 920.39 (12).

Cenizas: por incineración completa de la muestra a 500°C, según método 923.03 (12).

Minerales: se determinó el contenido de sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, cinc, cromo, cobre, manganeso y selenio, utilizando el método de emisión atómica con plasma acoplado inducido (ICP), en un equipo marca GBC modelo Integra XL 2001. Las condiciones de trabajo del equipo fueron: Flujo de argón: 0,5 L/min; altura de la fuente: 6 mm; plasma: 12,0 L/min; gas auxiliar: 0,5 L/min.

Fibra dietaria: se siguió el método enzimático-gravimétrico 985.29 (12). Se diferenciaron la fibra soluble y la insoluble.

Mucilago: se utilizó el método propuesto por Bhatti (14). La cuantificación del mucilago se realizó por gravimetría, la evaporación del extracto bajo vacío a 60 °C para evitar la carbonización del mucilago.

Perfil de ácidos grasos: se separó la grasa con cloroformo/metanol (15), a temperatura ambiente y oscuridad en muestra recién molida. El solvente se evaporó a 30°C. La grasa extraída se colocó en viales ámbar, bajo nitrógeno y se refrigeró a ≈ 10 °C hasta su análisis. Se derivatizó el extracto lipídico (16) y la alícuota se inyectó en un cromatógrafo de gases (GC System) marca HP modelo 6890 Series con columna: SP-2380 (SUPELCO) de 30 m de largo x 0,25 mm de diámetro interno.

Ácido cianhídrico (HCN) equivalente: se utilizó el método propuesto por Bradbury *et al.* (17) con algunas modificaciones. La linaza contiene glucósidos cianogénicos que son degradados a HCN por la hidró-

lisis ácida o enzimática aplicada en método, por tanto lo que se determina es el contenido de HCN equivalente. Se pesaron 2 g de muestra y se añadieron 40 ml de H₂SO₄ 0,1M, se colocaron en el desintegrador de tejidos (Polytron modelo PT3100), por 2-3 min, para luego centrifugar a 3500 rpm por 15 min y separar el extracto. Se colocaron 2 ml de dicho extracto en un tubo de ensayo con tapa, y 2 ml de H₂SO₄ 4M, en un baño de agua hirviente por 50 min. Se enfrió a temperatura ambiente y se añadieron 5 ml de NaOH 3,6M, se agitó suavemente y se dejó en reposo por 5-10 min. Se añadieron 7 ml de buffer citrato (pH 5,0), 1,0 ml del extracto preparado y 0,4 ml de solución de Cloramina-T al 0,5% (solución 0,5% p/v en agua destilada), se dejaron reposar a temperatura ambiente por 5 min, y se añadió 1,6 ml de reactivo de König. Se agitaron los tubos y se dejaron reposar por 60 min para el desarrollo del color. Para preparar la curva patrón se disolvieron 37,5 mg de KCN previamente deshidratado (en estufa de convección por 2 h a 100 °C), en NaOH 0,2M y se llevo a 500 mL y a partir de esa solución se preparó la curva de calibración. Se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro (Spectronic Milton Roy modelo 21D) a 583 nm.

Actividad de agua (a_w): se utilizó el equipo Aqua-Lab modelo CX-2 de la Decagón Devices Inc.

Color: se empleó el colorímetro HunterLab modelo Miniscan D-65 45/0 LAV, se registraron valores de L, a y b.

Estos dos últimos análisis se le practicaron a la semilla entera

Polifenoles totales: se utilizó el método de Folin-Ciocalteu (18,19, 20). Se utilizó ácido tánico como estándar.

Capacidad antioxidante: se utilizó el método del radical DPPH* (2,2-difenil-1-picril-hidracil) (18). Se calculó la Eficiencia Antirradical (EA), la concentración de antioxidante necesario para disminuir la concentración inicial en 50%. (EC_{50}) y el tiempo necesario para alcanzar la EC_{50} (T_{EC50}). Los parámetros EC_{50} y T_{EC50} se obtuvieron a partir de las curvas de absorbancia vs concentración de DPPH, porcentaje remanente de DPPH vs concentración de muestra, y tiempo de reacción vs concentración de muestra.

Análisis estadístico

Los análisis químicos y físicos se realizaron por triplicado y se expresaron en base seca como media y desviación estándar. El número de réplicas se fijó uti-

lizando un parámetro establecido para $d = 2,0$, para que el error tipo II (β o probabilidad de aceptación de H_0 siendo falsa) sea aproximadamente igual a 0,1. La comparación entre los 2 tipos de semilla se hizo mediante la prueba t de dos muestras independientes. Se determinó la normalidad de los datos utilizando la prueba de Anderson-Darling y la homogeneidad de varianza mediante el valor de F o del estadístico de Levene según sea el caso determinado por la normalidad. Se empleó el paquete estadístico Statgraphics® Centurión XV versión 15.1.02 (StatPoint, Inc. 2006).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis microbiológico de las semillas de linaza; en la primera muestra de semilla venezolana analizada (primera cosecha), la carga microbiana fue alta, particularmente en microorganismos esporulados tanto aerobios como anaerobios. El análisis microscópico de las colonias indicó la presencia de 3 cepas morfológicamente diferenciadas de esporulados aerobios, una de ellas capaz de crecer también en condiciones anaerobias. Dos cepas fueron Gram positivas (incluyendo la cepa anaerobia facultativa), y la otra Gram negativa. Las pruebas para *C. perfringens* y *B. cereus* resultaron ser negativas. La elevada carga de esporulados de esa primera muestra condujo a la decisión de descartarla y tomar una nueva muestra (segunda cosecha), cuyos análisis indicaron una mejor calidad microbiana en lo referente a mohos, levaduras, esporulados aerobios y anaerobios (Tabla 1). Se evidenció solo una cepa Gram positiva, en incubación aeróbica y anaeróbica, con las mismas características morfológicas de la cepa facultativa detectada en la muestra de la primera cosecha, por lo que podría suponerse que se trata del mismo esporulado. En la Tabla 2 se presenta la composición química de las variedades de linaza venezolana y canadiense. Los principales constituyentes de las semillas fueron las grasas y fibra dietaria, aun cuando el contenido de proteína también es alto. Los valores se encuentran dentro de los rangos reportados por diferentes estudios previos para la variedad Norman (5, 21). Se observaron diferencias significativas entre la composición de los dos tipos de semilla, con excepción del contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble. La relación fibra soluble/insoluble es cercana a 1, lo cual refleja cantidades similares de ambos tipos

de fibra. En cuanto a los minerales, destaca el alto contenido de potasio, calcio y magnesio en ambas semillas, con diferencias significativas en el contenido de hierro, fósforo, zinc, cobre y manganeso.

En la Tabla 3 se presenta el perfil de ácidos grasos de las semillas de linaza, sin diferencias significativas entre el contenido de ellos, a excepción del ácido palmítico cuyo aporte es mayor en la semilla canadiense. Es notable el elevado aporte de ácido alfa-linolénico (ALA), que supera el 60 % del total de los ácidos grasos, lo que justifica que la linaza se considere una fuente de este ácido graso esencial omega-3.

La Tabla 4 muestra el contenido de ácido cianhídrico (HCN) equivalente y de polifenoles totales en la linaza canadiense y venezolana, sin diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de HCN equivalente de ambas variedades de semillas, con valores comparables con lo reportado para la linaza canadiense (40 mg/ 100 g) (22). Se detectaron diferencias significativas en el contenido de polifenoles totales, con un aporte mayor en la semilla venezolana. El método propuesto por Singleton y Rossi (23) para determinar los polifenoles contempla una extracción por etapas que permite obtener 3 fracciones claramente diferenciadas de polifenoles: (I) ácidos fenólicos y aldehídos, (II) ésteres y polisacáridos, y (III) glicósidos fenólicos y taninos. La linaza canadiense contiene cantidades similares de las fracciones I y II (1172,06 y 1113,36 mg/100 g de linaza desgrasada, respectivamente). Por su parte, la semilla venezolana aporta principalmente polifenoles de la fracción II (1332,21 mg/100 g de linaza desgrasada). El aporte de glicósidos fenólicos y taninos es considerablemente menor para ambos tipos de semilla, siendo de 252,79 mg/100 g para la semilla canadiense y de 365,85 mg/100 g para la semilla venezolana.

Los resultados obtenidos para las propiedades antioxidantes de la linaza canadiense y venezolana, expresadas 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}), y Eficiencia Antiradical (EA) se presentan en la Tabla 4. Se observaron solo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la EC_{50} y la EA de ambas variedades de semillas.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento cinético obtenido para el gráfico del porcentaje remanente

TABLA 1.
Análisis microbiológico de la semilla de linaza
venezolana (2 cosechas) y la canadiense

Microorganismo	Semilla venezolana		Semilla canadiense
	Cosecha I	Cosecha II	
Coliformes totales (NMP/g)	150	43	< 3
Coliformes fecales (NMP/g)	< 3	< 3	< 3
Mohos (ufc/g)	8,0 x 10 ³	2,0 x 10 ²	3,0x10 Est.*
Levaduras (ufc/g)	3,0 x 10 ²	3,0 x 10 Est.	<10 Est.**
<i>S. aureus</i> (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Esporulados aerobios (ufc/g)	6,0 x 10 ⁵	< 102 Est.	< 10 Est.
<i>B. cereus</i> (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Esporulados anaerobios (ufc/g)	6,0 x 10 ⁴	2,0 x 10 ²	< 10 Est.
<i>C. perfringens</i> (ufc/g)	< 10 Est.	< 10 Est.	< 10 Est.

*Est.: "estimado". **< 10 Est.: implica que no se detectaron colonias en la dilución más baja sembrada.

TABLA 2.
Composición química y contenido de minerales de
las semillas de linaza venezolana y canadiense

Componente* (g/100g SS)	Semilla venezolana	Semilla canadiense
Proteínas (%N x 6,25)	22,31 ± 0,18 ^a	21,47 ± 0,09 ^b
Grasa cruda	40,66 ± 0,26 ^a	43,46 ± 0,33 ^b
Cenizas	3,22 ± 0,02 ^a	3,27 ± 0,01 ^b
Fibra dietaria total	33,54 ± 0,92 ^a	31,97 ± 0,83 ^a
Fibra insoluble	17,21 ± 0,14 ^a	16,38 ± 0,89 ^a
Fibra soluble	16,27 ± 1,05 ^a	15,59 ± 0,18 ^a
Mucílago (mg/100 g SS)	20,99 ± 0,72 ^a	24,38 ± 0,65 ^b
Sodio	50 ± 9 ^a	56 ± 3 ^a
Potasio	2227 ± 26 ^a	2222 ± 13 ^a
Magnesio	384 ± 9 ^a	391 ± 7 ^a
Calcio	240 ± 2 ^a	239 ± 4 ^a
Hierro	15,8 ± 1,2 ^a	12,4 ± 1,6 ^b
Fósforo (mg/kg SS)	524 ± 1 ^a	491 ± 1 ^b
Zinc	82,9 ± 3,7 ^a	72,9 ± 4,2 ^b
Cromo	2,3 ± 0,6 ^a	3,2 ± 0,9 ^a
Cobre	9,1 ± 0,8 ^a	12,5 ± 1,7 ^b
Manganeso	38,5 ± 0,8 ^a	31,6 ± 0,3 ^b
Selenio	0,258 ± 0,005 ^a	0,262 ± 0,004 ^a

*Se reportan media y desviación estándar de triplicados expresados en base seca (SS). Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las variedades de linaza analizadas. La humedad de la semilla venezolana es 8,4 y 5,4 g/100g para la importada.

TABLA 3.
Perfil de ácidos grasos de las
semillas de linaza venezolana y canadiense

Acido graso (g/100g aceite)	Semilla venezolana	Semilla canadiense
Palmítico	5,04 ^a	4,65 ^b
Estearico	2,86 ^a	2,75 ^a
Oleico	14,0 ^a	14,2 ^a
Linoleico	16,5 ^a	16,5 ^a
Alfa-linolénico	61,6 ^a	61,9 ^a

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las muestras.

TABLA 4.
Ácido cianhídrico (HCN)
equivalente, polifenoles y capacidad
antioxidante en linaza venezolana y canadiense

	Semilla venezolana	Semilla canadiense
HCN equivalente (mg /100g SS)	37,62 ± 0,80 ^a	39,38 ± 2,14 ^a
Polifenoles (mg*/100g SS)	1655,00 ± 45,26 ^a	1435,01 ± 57,15 ^b
EC ₅₀ (g de SS / g de DPPH)	6,5714 ± 0,1203 ^a	3,8790 ± 0,2763 ^b
T _{EC50} (min)	112, 14 ± 0,55 ^a	115,21 ± 11,53 ^a
EA (x10 ⁻³)	1,357 ± 0,027 ^a	2,253 ± 0,165 ^b

Se reportan media y desviación estándar de triplicados expresados en base seca. *mg equivalentes de ácido tánico. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las variedades de linaza analizadas.

TABLA 5.
Actividad de agua (a_w) y color instrumental
de las semillas enteras de linaza venezolana
y canadiense

	Semilla venezolana		Semilla canadiense	
	a _w	(T °C)	a _w	(T °C)
	0,763±0,015	(26,2 ± 0,1)	0,705 ± 0,003	(26,2 ± 0,4)
L*	52,20 ± 0,02 ^b		40,47 ± 0,09 ^a	
a*	5,35 ± 0,03 ^b		4,68 ± 0,03 ^a	
b*	7,98 ± 0,03 ^b		4,83 ± 0,05 ^a	

*Se reportan media y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre las variedades de linaza analizadas

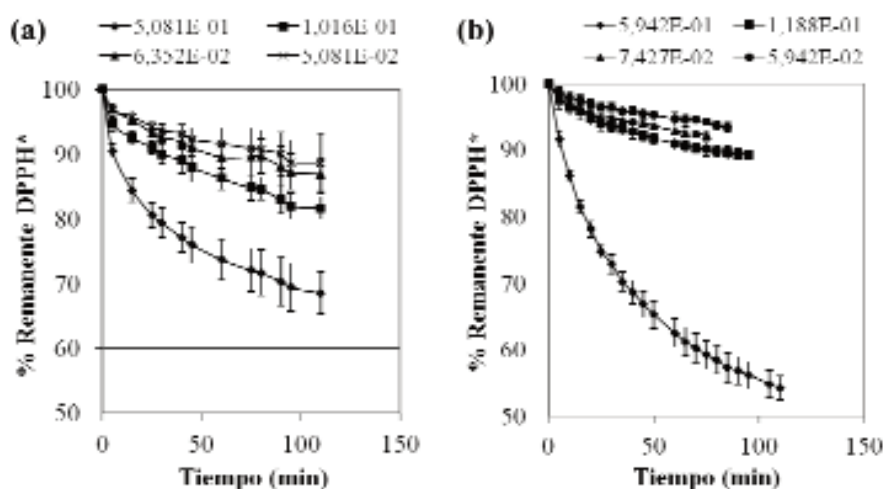


FIGURA 1
Comportamiento cinético del radical DPPH* para las semillas de linaza, (a) canadiense y (b) venezolana, a diferentes concentraciones (g de SS / g DPPH).

y se generó una segunda cosecha con mejor calidad microbiológica que fue la muestra evaluada en el estudio. Contrariamente, la linaza canadiense mostró una carga microbiana acorde con lo esperado en semillas cosechadas mecánicamente, y correctamente secadas y manipuladas. Considerando que la linaza en Venezuela es consumida principalmente cruda, remojada en agua por algunas horas y/o sometida a leves tratamientos con calor, es necesario vigilar su calidad microbiológica para evitar

de DPPH* (Y) vs tiempo de reacción (X). La variedad canadiense sigue un modelo multiplicativo: $Y = aX^b$, donde a y b son constantes que representan al intercepto y a la pendiente, respectivamente. Por su parte, la variedad criolla presentó un comportamiento modelo raíz cuadrada de Y: $Y = (a + bX)^2$. De acuerdo a la clasificación cinética realizada por Sánchez-Moreno et al. (18,19), basada en el T_{EC50} , ambas semillas presentan un comportamiento lento (> 30 min).

La actividad de agua (a_w) y el color de las semillas de linaza se muestran en la Tabla 5. La semilla venezolana tiene mayor a_w , lo cual permite tanto el crecimiento de algunas especies de hongos y la autooxidación lipídica por lo que requiere prevenir su contaminación y deterioro durante la cosecha y el secado. La determinación del color instrumental de la linaza indicó diferencias significativas entre los parámetros de las dos variedades de semillas.

DISCUSIÓN

La calidad microbiológica de la primera cosecha de linaza venezolana indica que la cosecha manual de la linaza venezolana, las condiciones de secado solar rudimentario y la mala manipulación postcosecha generaron la elevada carga microbiana de la primera cosecha (24). Basados en estos resultados se le dieron recomendaciones al productor a fin de que siguiera las buenas prácticas de fabricación agrícola (BPFA),

poner en riesgo la salud del consumidor.

La semilla canadiense contiene más grasa y menos proteínas que la semilla venezolana, pero con pequeñas diferencias (Tabla 2). A menor temperatura del sitio de cultivo, menor es el contenido de proteína de la semilla y mayor es el porcentaje de grasa (5). Esto indica que quizás la temperatura promedio a la que fue cultivada la semilla canadiense es más baja que la temperatura de cultivo de la semilla venezolana. Al comparar la composición de 2 variedades de semillas, una de color pardo-rojiza y otra dorada, se observó que esta última tiene mayor porcentaje de proteínas y menor contenido de grasa que la primera (21), lo mismo se repitió en la semilla venezolana analizada. La variabilidad en la concentración de proteínas en la linaza también ha sido atribuida a factores genéticos y medioambientales (28). El contenido de proteína fue mayor en la semilla canadiense que en la semilla venezolana, al igual que el contenido de cenizas, concordando con lo reportado por otros autores (5, 21). Existe limitada información sobre la variación de la fibra dietaria entre variedades y cultivos de linaza, ya que no es un componente tan estudiado como la grasa o la proteína. Diversos autores (25, 26) señalan que las semillas de variedad dorada (como la semilla venezolana) tienen menor contenido de fibra que las pardorrojizas (como la semilla canadiense analizada). Se determinaron diferencias significativas entre el contenido de mucílago de ambos tipos de semilla, siendo

mayor el aporte en la semilla canadiense que en la semilla venezolana. El mucílago es un constituyente de la fibra (21) y una sobrestimación en el contenido de mucílago puede ocurrir considerando el método utilizado para su análisis. La agitación prolongada de las semillas por varias horas, indicado en la metodología, puede dañar la estructura de la semilla debido al roce y a la acción erosiva del agua, provocando la solubilización de otros componentes que se cuantifican como mucílago. Las semillas doradas tienen un menor contenido de mucílago que las semillas pardo-rojizas, lo cual se corresponde con lo determinado en este estudio. Los valores de minerales de las semillas de linaza se corresponden con lo reportado por Morris (21).

Las dos semillas analizadas poseen una mayor cantidad de ALA y menor cantidad de ácido oleico (Tabla 3) que lo reportado. La de origen canadiense contiene 57 % de ALA, 18 % de ácido oleico y 9 % de ácidos grasos saturados (21). El aceite de la linaza cosechada en Nueva Zelanda tiene entre 51,80 a 60,42 % de ALA, 22,21 % de ácido oleico y valores superiores al 9 % de ácidos grasos saturados (26). Los incrementos del contenido de ALA en el aceite de linaza van en detrimento del contenido de ácido oleico. Los niveles de insaturación de la grasa se afectan por la variedad de la semilla y las condiciones climáticas; los niveles de insaturación de la grasa son mayores en climas fríos. Los valores de ácido palmítico y esteárico en las variedades del presente estudio se corresponden con los reportados en la bibliografía (5). En el perfil obtenido para ambas variedades de linaza, el aporte de ácidos grasos saturados es menor al 8 %. El alto nivel de insaturación de los ácidos grasos en el aceite de linaza es una limitante para su vida útil. Sin embargo, estudios muestran que no hay cambios significativos en la concentración de ALA de la semilla, almacenada a 22 °C o tostada a 100 °C por una hora (26,28). Sin duda, mantener la semilla en refrigeración y protegida de la luz y el aire prolonga su vida útil (21).

El contenido de HCN equivalente en la semilla esta en el rango reportado (29) para la linaza canadiense (40 mg/ 100 g). Aubourg *et al.* (30) señalan que en el extracto acuoso de linaza están presentes diferentes tipos de glucósidos hidrosolubles, entre los cuales están la linamarina y la lotaustralina, ambos cianógenos. En países como Alemania, Estados Unidos, y el Reino Unido, el valor aceptado como límite de toxicidad del HCN equivalente es de 10 ppm (31).

Un adulto saludable puede llegar a detoxificar entre 30 y 100 mg/día de cianuro, sin embargo cuando se combina el consumo de glucósidos con alguna deficiencia nutricional, como por ejemplo un déficit de proteínas en la dieta, la habilidad del organismo de eliminar el cianuro se ve considerablemente comprometida (5, 31). En general, si se considera que el consumo diario de linaza en la alimentación humana es bajo, una persona sana tiene la capacidad de metabolizar el HCN producido a partir de los glucósidos cianogénicos presentes en la semilla sin riesgo de producir intoxicaciones.

Los valores obtenidos muestran que la semilla canadiense tiene mayor poder antioxidante que la semilla venezolana (Tabla 4), ambas variedades tienen una EA calificada como media y un T_{EC50} indicativo de un comportamiento lento (> 30 min) según lo establecido por Sánchez-Moreno *et al.* (18). Las propiedades antiradicales de la linaza se deben principalmente a la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante como el lignano secoisolariciresinol diglucósido (SDG) y sus oligómeros, los ácidos fenólicos libres y glucosilados, y los flavonoides como el herbacetin diglucósido (32). La acción antioxidante de estos compuestos fenólicos en la semilla es mayor que la de la vitamina E (20). Estudios previos presentan una correlación positiva entre el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante (33, 34, 35); sin embargo, la linaza venezolana tiene menor poder antiradical que la semilla canadiense aún cuando presenta el mayor contenido de polifenoles totales. El contenido de polifenoles no es el único factor influyente en la capacidad antioxidante de una muestra ya que hay otros compuestos bioactivos presentes, además del efecto intrínseco de la sinergia entre los componentes del alimento (19). La actividad antioxidante de los polifenoles varía según el método de ensayo utilizado, por lo cual se recomienda utilizar varios métodos para evaluarla (35).

El a_w de la semilla canadiense es lo suficientemente bajo para inhibir el crecimiento bacteriano y el de la mayoría de las especies de mohos, lo cual ayuda a conservar su buena calidad microbiológica (Tabla 5). En términos generales, las oleaginosas tienen menor a_w que los cereales (al mismo porcentaje de humedad y temperatura); esto se debe en parte al tipo de interacción del agua con los diferentes solutos que componen la matriz del alimento (36). A bajos valores de a_w , la

actividad enzimática se reduce, y quizás se retarda la producción de HCN. Con respecto al color, el valor L es mayor en la semilla venezolana, ya que su color es más claro que la canadiense. Para los parámetros a y b, las coordenadas fueron positivas, lo que indica la presencia de tonalidades rojas y amarillas, respectivamente, con mayor intensidad en la semilla venezolana.

CONCLUSIÓN

La composición química y la microbiología de las semillas variaron según su procedencia a excepción del contenido de fibra dietaria. En ambas variedades destacó el alto contenido de grasa, fibra dietaria, proteínas y minerales como potasio, magnesio y fósforo así como también un elevado contenido de ácido α -linolénico (ALA). El contenido de polifenoles fue mayor en la linaza venezolana. La EA de las semillas se consideró como media y el T_{EC50} lento. No se observó relación entre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante, lo que sugiere que otros compuestos presentes en la semilla, así como su sinergia, también contribuyen a dicha capacidad.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el financiamiento de este estudio al Decanato de Postgrado de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

REFERENCIAS

- Morris DH, Vaisey-Genser M. Availability and labeling of flaxseed food products and supplements. En: Thompson LU, Cunnane SC. Flaxseed in human nutrition. 2nd ed. Champaign, IL. USA: AOCS Press. 2003. p 404-422.
- Barbary OM, El-Sohaimy SA, El-Saadani MA, Zeitoun AMA. Antioxidant, Antimicrobial and Anti-HCV Activities of Lignan Extracted from Flaxseed. Res J Agric & Biol Sci. 2010; 6(3): 247-256.
- Hutchins AM, Slavin JL. Effects of flaxseed on sex hormone metabolism. En: Thompson LU, Cunnane SC. Flaxseed in human nutrition. 2nd ed. Champaign, IL. USA: AOCS Press. 2003. p 126-149.
- Thompson LU. Flaxseed, lignans, and cancer. En: Thompson LU, Cunnane SC. Flaxseed in human nutrition. 2nd ed. Champaign, IL. USA: AOCS Press. 2003. p 194-222.
- Daun JK, Barthelet VJ, Chornick TL, Duguid S. Structure, composition and variety development of flaxseed. En: Thompson LU, Cunnane SC. Flaxseed in human nutrition. 2nd ed. Champaign, IL. USA: AOCS Press. 2003. p 1-40.
- Rendón-Villalobos R, Agama-Acevedo E, Osorio-Díaz P, Tovar J, Bello-Pérez LA. Proximal composition and in vitro starch digestibility in flaxseed-added corn tortilla. J Sci Food Agric. 2009; 89(3): 537-541.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 612-82: Cereales, leguminosas, oleaginosas y productos derivados. Muestreo. Caracas, Venezuela: Fondonorma. 1982. p 24.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 1104-96: Determinación del número más probable de coliformes, de coliformes fecales y de *Escherichia coli*. 2da revisión. Caracas, Venezuela: Fondonorma. 1996. p 15.
- Merck. Manual de medios de cultivo. Darmstadt, Alemania: Merck KGaA. 1994. p 296.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 1292-89: Alimentos. Aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus*. 1era revisión. Caracas, Venezuela: Fondonorma. 1989. 16 p.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 2499-88: Productos de cereales. Recuento de esporas de Bacilos aerobios mesófilos productores de viscosidad. Caracas, Venezuela: Fondonorma. 1988. p 3.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Virginia, USA: Helrich K (ed). 1990.
- AOCS. American Oil Chemists Society. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 5th Ed. Champaign IL, USA: AOCS press. 1998. p 1300.
- Bhatty RS. Further compositional analyses of flax: mucilage, trypsin inhibitors and hydrocyanic acid. J Am Oil Chem Soc. 1993. 70(9):899-904.
- Bligh F, Dyer C. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol. 1959. 37:911-913.
- Blau K, Halket JM. Handbook of Derivatives for Chromatography. 2d. ed. New York, USA: John Wiley and Sons. 1993. p 369.
- Bradbury JH, Bradbury MG, Egan SV. Comparison of methods of analysis of cyanogens in cassava. Acta Hort. 1994; 375: 87-96.
- Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric. 1998; 76: 270-276.
- Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic

- constituents. *Food Res Int.* 1999; 32: 407-412.
20. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth. Enzymol.* 1999; 299: 152-178.
 21. Morris DH. *Flax - A health and nutrition primer.* 4th ed. Winnipeg, Canada: Flax Council of Canada. p 2007. 140.
 22. Yamashita T, Sano T, Hashimoto T, Kanazawa K. Development of a method to remove cyanogen glycosides from flaxseed meal. *Int J Food Sci Tech.* 2007; 42: 70-75.
 23. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965; 16: 144-158.
 24. Adams MR, Moss MO. *Food Microbiology.* 2nd ed. United Kingdom: Royal Society of Chemistry. 2000. p 479.
 25. Oomah BD, Mazza G. Flaxseed products for disease prevention. En: Mazza G. *Functional foods. Biochemical & Processing aspects.* Penn.USA: Technomic Pub. Co. 1998. p 91-138.
 26. Epaminondas PS, Araujo KLG, Lima de Souza A, Silva MCD, Queiroz N, Souza AL, Soledade LEB, Santos IMG, Souza AG. Influence of toasting on the nutritious and thermal properties of flaxseed. *J Therm Anal Calorim.* 2011; 106(2):551-555
 27. Choo WS, Birch J, Dufour JP. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *J Food Compos Anal.* 2007; 20(3-4): 202-211
 28. Ratnayake WMN, Behrens WA, Fischer PWF, L'Abbe MR, Mongeau R, Beare-Rogers JL. Flaxseed: chemical stability and nutritional properties. *Proc. Flax Inst.* 1992; 54:37-47
 29. Fokunang CN, Tomkins PT, Dixon AGO, Tembe EA, Salwa B, Nukenine EN, Horan I. Cyanogenic Potential in Food Crops and its Implication in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Production. *Pakistan J Biol Sci.* 2001; 4(7): 926-930..
 30. Aubourg SP, Stodolnik L, Stawicka A, Szczepanik G. Effect of a flax seed (*Linum usitatissimum*) soaking treatment on the frozen storage stability of mackerel (*Scomber scombrus*) fillets. *J Sci Food Agric.* 2006; 86(15): 2638-2644.
 31. UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Hoja de Seguridad XX Cianuro de hidrógeno y cianuros. 2008. Disponible en: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/20cianuros.pdf> Fecha de acceso: Feb 07, 2010
 32. Johnsson P. Phenolic compounds in flaxseed: Chromatographic and spectroscopic analyses of glucoside conjugates [Licentiate Thesis]. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences. 2004. 35 p.
 33. Padilla FC, Rincón AM, Bou-Rached L. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Arch Latinoam Nutr.* 2008; 58(3): 303-308.
 34. Allothman M, Bhat R, Karim AA. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chem.* 2009; 115: 785-788.
 35. Valavanidis A, Vlachogianni T, Psomas A, Zovoili A, Siatas V. Polyphenolic profile and antioxidant activity of five apple cultivars grown under organic and conventional agricultural practices. *Int J Food Sci Tech.* 2009; 44: 1167-1175.
 36. Reid DS, Fennema OR. Water and ice. En: Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR. *Fennema's food chemistry.* 4th ed. Boca Raton: CRC Press. 2008. p 17-82

Recibido: 03-03-2012

Aceptado: 13-06-2012

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

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>

6to. Premio Latinoamericano *Kellogg's* de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana

PREMIOS

- Categoría Profesional:
US \$6,500.00
- Categoría Estudiante:
US \$3,500.00

Podrán participar investigadores y estudiantes que hayan realizado tesis y/o trabajos relacionados con la Alimentación y la Nutrición Humana en cualquier Institución de América Latina.

Fecha límite de entrega:
31 de agosto de 2012

El premio se entregará durante el XVI Congreso Latinoamericano de Nutrición a celebrarse del 11 al 16 de noviembre de 2012 en La Habana, Cuba.

www.slancuba.com
www.insk.com

