

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 65

JUNIO 2015

N° 2

Contenido

Páginas

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición y Salud Pública

Phenolic compounds content and antioxidant capacity of meals provided to elementary public schools in Chile during 2011

Mariane Lutz, Romina Barraza, Carolina Henríquez..... 71

Medición del índice glucémico de 2 variedades de pastas y 2 variedades de arroz

Edgardo Ridner, Antonio Di Sibio..... 79

Bioquímica Nutricional

Association between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age in a Hispanic population

Roxana Soto, Natacha Guilloty, Liza Anzalota, Zaira Rosario, José F. Cordero, Cristina Palacios..... 86

Conducta Alimentaria

Estudio sobre las características de la alimentación de los adolescentes uruguayos

Alfonsina Ortiz, Isabel Pereyra 97

Nutrición y Tercera Edad

Avaliação e acompanhamento nutricional em idosos de uma instituição de longa permanência

Karina Pfrimer, Mariana Marques Messias, Eduardo Ferriolli, Márcia Saladini Vieira Salles, Luiz Carlos Roma Junior, Arlindo Saran Netto, PhD, Marcus Antônio Zanetti, Helio Vannucchi..... 104

Ciencia de Alimentos

Cambios microestructurales en los granos de *Phaseolus vulgaris* endurecidos

María Virginia Mujica, Marisela Granito, Naudy Soto..... 110

Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices

Ana Carolina da Silva Pereira, Nedio Jair Wurlitzer, Ana Paula Dionísio, Marcia Valéria Lacerda Soares, Maria do Socorro Rocha Bastos, Ricardo Elesbão Alves, Isabella Montenegro Brasil..... 119

LatinFoods. Composición de Alimentos

Características físicas y antioxidantes de semillas y productos de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*)

Beatriz Mejía-Garibay, José Ángel Guerrero-Beltrán, Enrique Palou, Aurelio López-Malo..... 128

NOTAS NECROLOGICAS..... 136

INFORMACION PARA LOS AUTORES 139

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 65

JUNE 2015

N° 2

Contents

Pages

RESEARCH PAPERS

Nutrition and Public Health

Phenolic compounds content and antioxidant capacity of meals provided to elementary public schools in Chile during 2011

Mariane Lutz, Romina Barraza, Carolina Henríquez..... 71

Glycemic index of two varieties of pasta and two varieties of rice.

Edgardo Ridner, Antonio Di Sibio..... 79

Nutritional Biochemistry

Association between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age in a Hispanic population

Roxana Soto, Natacha Guilloty, Liza Anzalota, Zaira Rosario, José F. Cordero, Cristina Palacios..... 86

Eating behavior

Study of food characteristics of Uruguayan adolescents.

Alfonsina Ortiz, Isabel Pereyra 97

Nutrition and the Elderly

Assessment, evaluation and nutrition monitoring in older people living in a rest home. <i>Karina Pfrimer, Mariana Marques Messias, Eduardo Ferriolli, Márcia Saladini Vieira Salles, Luiz Carlos Roma Junior, Arlindo Saran Netto, PhD, Marcus Antônio Zanetti, Helio Vannucchi</i>	104
---	-----

Food Science

Microstructural changes in hardened beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) <i>María Virginia Mujica, Marisela Granito, Naudy Soto</i>	110
--	-----

Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices <i>Ana Carolina da Silva Pereira, Nedio Jair Wurlitzer, Ana Paula Dionísio, Marcia Valéria Lacerda Soares, Maria do Socorro Rocha Bastos, Ricardo Elesbão Alves, Isabella Montenegro Brasil</i>	119
---	-----

LatinFoods. Food Composition

Physical and antioxidant characteristics of black (<i>Brassica nigra</i>) and yellow mustard (<i>Brassica alba</i>) seeds and their products. <i>Beatriz Mejía-Garibay, José Ángel Guerrero-Beltrán, Enrique Palou, Aurelio López-Malo</i>	128
--	-----

IN MEMORIAM	136
--------------------------	-----

INFORMATION FOR AUTHORS	139
--------------------------------------	-----

Phenolic compounds content and antioxidant capacity of meals provided to elementary public schools in Chile during 2011

Mariane Lutz, Romina Barraza, Carolina Henríquez

Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos Funcionales CIDAF, Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso, Gran Bretaña 1093, Valparaíso, Chile.

SUMMARY. The Chilean National School Feeding Program (NSFP) delivers breakfast and lunch meals that supply 250 and 450 kcal, respectively, along the country. In the last decades, a significant increase of obesity has been observed in primary education children, and it involves risk factors of non-communicable diseases. The dietary intake of foods containing phenolic compounds (PC) exerts favorable effects on health by reducing risk factors of prevalent diseases. The aim of the study was to measure the PC content and antioxidant capacity (AC) [ORAC and DPPH] of meals provided by the NSFP in Quillota, Chile, in 2011. The PC supply of the whole meals served ranged from 362.7 to 1,730 mg GAE. The best breakfast foods include whole grain cookie (2.59±0.3 mg GAE/g), bread with avocado, quince jelly or strawberry jam (1.61±0.13 to 2.05±0.3 mg GAE/g); while the best lunch salads include beetroot, lettuce, and cabbage/fish (1.66±0.3 to 2.35±0.1 mg GAE/g), and main courses contain legumes, or mixed vegetables. The lowest PC contents were observed in pasta and rice preparations ($p<0.05$). Among desserts, the best source of PC is fruit (1.81±0.04 to 6.91±0.31 mg GAE/g). The correlation between PC and AC varied according to the type of meal. PC content and AC are additional criteria for selecting the best quality meals, in addition to the nutrients and energy content. The results support the recommendation to increase the supply of fruits and vegetable/legumes preparations and fruits instead of starchy foods to scholars.

Key words: School diet, antioxidants, polyphenols, feeding program, breakfast, lunch.

RESUMEN: Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de alimentos entregados a las escuelas públicas de enseñanza básica en Chile durante 2011. El Programa de Alimentación Escolar (PAE) para enseñanza básica en Chile distribuye, en todo el país, desayunos y almuerzos que aportan 250 y 450 kcal, respectivamente. En las últimas décadas ha aumentado significativamente la obesidad en escolares, lo que induce factores de riesgo de enfermedades no transmisibles. La ingestión de alimentos que contienen polifenoles (PF) ejerce efectos beneficiosos al reducir factores de riesgo de enfermedades prevalentes. El objetivo del estudio fue determinar el contenido de PF y la capacidad antioxidante (CA) [ORAC y DPPH] de los alimentos entregados por el PAE en Quillota, Chile, en 2011. El aporte de PF en las raciones servidas fluctuó entre 362.7 y 1,730 mg EAG. El mejor desayuno contenía galletón con granos integrales (2.59±0.3 mg EAG/g), pan con palta, dulce de membrillo o de fresas (1.61±0.13 a 2.05±0.3 mg EAG /g) y el mejor almuerzo, ensaladas de remolacha, lechuga, o col/pescado (1.66±0.3 a 2.35±0.1 mg EAG /g), y un plato principal con leguminosas o vegetales mixtos. Los contenidos menores de PF se observaron en platos con pastas y arroz ($p<0.05$). Entre los postres, la mejor fuente de PF es la fruta (1.81±0.04 a 6.91±0.31 mg EAG/g). La correlación entre PF y CA fluctuó según el tipo de preparación. El contenido de PF y la CA son criterios de calidad adicionales al aporte de energía y nutrientes de las preparaciones. Los resultados apoyan la recomendación de aumentar el aporte a los escolares de frutas y vegetales/leguminosas en lugar de alimentos con alto contenido de almidones.

Palabras clave: Alimentación escolar, antioxidantes, polifenoles, programa alimentario, desayuno, almuerzo.

INTRODUCTION

The school environment can have a large impact on children's dietary intake, because up to two meals are eaten at school every day. The Chilean National School Feeding Program (NSFP) for elementary schools delivers breakfast and lunch meals that supply

250 and 450 kcal, respectively, along the country. Breakfast includes dairy products and a cookie or sandwiches, and lunch is composed by a main course, salad and dessert. Each preparation is standardized, as well as the portion served to each child, based on a monthly basis calendar of the program. In this study

we analyze the phenolic content (PC) and antioxidant capacity (AC) of the foods provided by this program during 2011, which may be considered as quality indicators of these meals.

In the last decades Chile has experimented radical changes in its bio-demographic indicators, showing a significant increase of non-communicable diseases (NCD) of multifactorial origin, which are associated with risk factors such as overweight and obesity, blood hypertension, hypercholesterolemia, and hypertriglyceridemia. These risk factors are currently affecting the young population, and the prevalence of obesity in school children is increasing at alarming rates. The Chilean diet includes a high intake of processed foods (high energy density meals, fast foods, high in saturated fats, sugars and/or sodium). The national dietary surveys exhibit an increase in the intake of meat and dairy products, and a decrease in the ingestion of fruits, vegetables, cereals and legumes. It is well recognized that fruits and vegetables have a potential for reduction of risk factors of NCD and the dietary recommendations emphasize the fact that the dietary ingestion of these and other plant derived foods should be increased.

Many NCD have a common basis in which oxidative stress is relevant, characterized by a high production of free radicals that cause cellular damage, which is not counteracted enough by the body antioxidants, including both enzymatic and non-enzymatic endogenous systems and the exogenous antioxidants provided by the diet, such as vitamins C, A, and E, as well as a wide variety of phytochemicals that include the PC (1). Modest long-term intakes of plant foods can have favorable effects on the incidence of NCD (2, 3). PC may exert their antioxidant action directly, depending on their chemical structure (3), and indirectly by inducing the expression of antioxidant enzymes (4). Inflammation is one of the risk factors that metabolically links obesity with cardiovascular diseases, and rich PC and anthocyanin-plant foods are associated with the reduction of inflammatory stress, providing protection against the development of NCD (5,6). The beneficial effects of PC intake are highly dependent on the way the body handles their absorption, metabolism and excretion. After ingestion, dietary PC appear in the circulatory system not only as the parent compounds, but mostly as phase II metabolites and/or metabolites of the colon microbiota, and their presence in plasma rarely exceeds nM concentrations (7).

There is no recommended dietary intake of PC in order to contribute to the reduction of risk factors of NCD. The dietary surveys show that the intake of fruits, vegetables, cereals, legumes, and nuts (which contain various phytochemicals, including PC) is low, and efforts should be made to improve the quality of the meals provided to elementary school children, since in this age group dietary habits are acquired. Moreover, the sound evidence of the beneficial effects of PC intake is increasing, including the mechanisms of action of these compounds via multiple signaling mechanisms which require the maintenance of optimum levels of the bioactive PC in the body tissues (8). The Chilean Dietary Guidelines, as most Guidelines around the world, do not recommend a PC content or an antioxidant capacity (AC), but a high ingestion of fruits and vegetables, cereals, legumes and nuts. There is a lack of knowledge on these values in meals, especially concerning those that are distributed by the NSFP throughout the country. Moreover, data on the PC content and AC of whole diets is limited, insufficient, and often disregarded as a quality indicator (9). The aim of this study is to evaluate the PC content and AC of the meals provided by the Chilean NSFP to children attending elementary public schools (2011) in Quillota, Chile.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

Folin-Ciocalteu reagent, fluorescein, acetone, and methanol were purchased from Merck (Darmstadt, Germany); gallic acid, AAPH, DPPH, and Trolox were obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

Collection of meals

Breakfast and lunch meals provided by the NSFP were collected from 9 public primary education schools located in Quillota, Chile (Region of Valparaiso) throughout 2011. All the foods contained in 22 different meals provided by the NSFP were collected directly from the trays served to the children at the cafeteria. Samples were placed in plastic bags, sealed, and transported at 0-4°C to the laboratory, where they were homogenized using a Moulinex kitchen appliance, separated into two containers and kept at -20°C before analyses. The collected meals were thawed and homogenized and aliquots were taken to perform the chemical analysis.

Chemical assays

Total Phenolic Compounds PC was determined by the Folin-Ciocalteu assay (10), in which a blue molybdenum-tungsten complex is formed, and the intensity is proportional to the PC concentration. The method was adjusted to use a microplate reader (Synergy Multidetector HT, Biotek). A gallic acid standard solution series was prepared ranging from 235 to 1,180 $\mu\text{mol/L}$. Extracts of the samples were obtained using acetone/water (7:3). From each standard solution and sample 50 μL were mixed with 2.5 mL of Folin-Ciocalteu reagent and 2.0 mL of sodium carbonate solution. The samples were mixed and incubated at 20°C for 30 min and absorbance was read at 760 nm. The results were expressed as milligrams of gallic acid equivalents (GAE)/gram (mg GAE/g).

Antioxidant capacity (AC) For this determination, extracts of the samples were obtained using methanol/water (8:2), and the assays were adapted for the microplate reader used (Synergy Multidetector HT, Biotek).

DPPH: was performed as described by Brand-Williams et al. (11), based on the presence of the radical DPPH*, which is purple and decolorizes in the presence of antioxidants that stabilize it. Absorption is measured at 517 nm. Results are expressed as micromoles of Trolox equivalents (TE)/gram ($\mu\text{mol TE/g}$).

ORAC: was performed as described by Ou et al. (12) and Cao et al. (13), in which the radicals generated from APPH react with fluorescein. As a result, the fluorescence of the probe decreases in time and the decay kinetics can be measured. The reaction is followed by reading every min, for 90 min, at 485 nm (excitation) and 528 nm (emission). Results are expressed as micromoles of Trolox equivalents (TE)/gram ($\mu\text{mol TE/g}$).

Statistical analysis

The data are reported as mean and standard deviation of three extractions, each measured in triplicates for PC, DPPH and ORAC. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) at $p < 0.05$, using the SAS® program and the Tukey test was applied for comparison among the same type of meals.

RESULTS

Breakfast foods included a beverage (artificially flavored skim milk or yoghurt) and a cookie or sandwich made with white bread. Table 1 shows the PC content in breakfast meals. PC were analyzed in solid foods only, since dairy products are not source of PC. The highest PC content was observed in the cookie ($p < 0.05$). Among sandwiches, bread and quince jelly, strawberry jam and avocado pulp had more PC than the varieties containing animal foods or margarine. Again, the cookie exhibited the highest AC

compared with the sandwiches ($p < 0.05$). ORAC ranged from 14.24 to 69.32 $\mu\text{mol TE/g}$ ($p < 0.05$) and DPPH varied between 7.66 and 44.76 $\mu\text{mol TE/g}$ ($p < 0.05$).

In lunch meals, the PC content of salads (Table 2) ranged from 0.63 to 2.35 mg GAE/g ($p < 0.05$). Beetroot salad exhibited the highest PC content, followed by cabbage/tuna fish and lettuce/fish/onion, while the lowest value was observed in cabbage served alone. DPPH varied from 16.47 to 94.11 $\mu\text{mol TE/g}$ ($p < 0.05$), and in this case lettuce/fish/onion occupied the first place in the ranking of AC,

TABLE 1. Phenolic compounds content and antioxidant capacity of breakfast foods provided by the elementary school feeding program in Quillota, Chile, 2011.

Food	PC ¹	ORAC	DPPH
Cookie	2.59±0.3	69.32±2.2	44.76±4.7
Bread/quince jelly	2.05±0.3 ^a	38.34±5.2 ^b	30.80±1.2 ^a
Bread/strawberry jam	1.76±0.1 ^{ab}	32.66±4.2 ^b	33.04±3.3 ^a
Bread/avocado	1.61±0.13 ^{abc}	35.58±2.8 ^b	34.34±0.9 ^a
Bread/dulce de leche	1.48±0.23 ^{bcd}	50.97±1.6 ^a	10.25±1.5 ^c
Bread/margarine	1.17±0.08 ^{cde}	14.24±1.8 ^c	20.84±2.5 ^b
Cereal	1.05±0.13 ^{def}	39.99±0.9 ^b	33.67±1.7 ^a
Bread	0.94±0.06 ^{ef}	17.13±1.8 ^c	7.66±2.4 ^c
Bread/pork pate	0.86±0.13 ^{ef}	21.82±1.1 ^c	10.00±1.5 ^c
Bread/egg	0.66±0.02 ^f	65.61±3.4	21.59±1.0 ^b

¹PC = phenolic compounds; values are presented as mg GAE/g. Antioxidant capacity ORAC and DPPH: values are presented as $\mu\text{mol TE/g}$. (n=3). Significance testing among the different samples was performed by one-way ANOVA followed by Tukey's test. Mean±SD values followed by different letters in a column are significantly different at $p < 0.05$.

TABLE 2. Phenolic compounds content and antioxidant capacity of lunch salads provided by the elementary school feeding program in Quillota (Chile), 2011.

Salad	PC ¹	ORAC	DPPH
Beet	2.35±0.1	157.48±6.9	69.05±2.3 ^{ab}
Cabbage/tuna fish	2.16±0.1	98.90±7.8 ^{ab}	85.94±3.1
Lettuce/ fish/onion	1.66±0.3 ^a	112.74±0.5 ^a	94.11±6.7
Tomato/onion	1.51±0.1 ^{ab}	29.40±6.6 ^{ef}	67.83±2.5 ^{ab}
Potato/onion	1.48±0.1 ^{ab}	61.47±4.1 ^c	28.36±5.4 ^c
Tomato/egg	1.32±0.2 ^{abc}	37.92±6.6 ^{de}	16.47±0.6 ^d
Egg/carrot	1.21±0.2 ^{bcd}	19.53±5.9 ^f	59.83±5.5 ^b
Lettuce/tuna fish	1.07±0.1 ^{cd}	94.80±6.9 ^b	73.52±5.0 ^a
Potato/carrot	1.15±0.1 ^{cde}	47.87±2.4 ^{cd}	62.50±2.4 ^{ab}
Cabbage/carrot	0.92±0.1 ^{def}	16.23±4.5 ^f	67.43±3.9 ^{ab}
Cabbage	0.63±0.1 ^c	13.20±1.8 ^f	69.15±2.7 ^{ab}

¹PC = phenolic compounds; values are presented as mg GAE/g. Antioxidant capacity ORAC and DPPH: values are presented as $\mu\text{mol TE/g}$. (n=3). Significance testing among the different samples was performed by one-way ANOVA followed by Tukey's test. Mean±SD values followed by different letters in a column are significantly different at $p<0.05$.

TABLE 3. Phenolic compounds content and antioxidant capacity of lunch main courses provided by the elementary school feeding program in Quillota, Chile, in 2011.

Main course	PC ¹	ORAC	DPPH
Lentils	2.03±0.1	88.74±0.9	64.20±3.4
Potato/meat/carrot	1.69±0.01 ^a	21.78±4.7 ^{ef}	14.33±3.0 ^{de}
Charquicán (mixed vegs)	1.52±0.1 ^{ab}	18.94±0.3 ^{fg}	14.43±1.0 ^{de}
Beans/pasta	1.46±0.1 ^{abc}	63.37±1.0 ^a	63.74±1.7
Chicken stew	1.43±0.4 ^{abc}	33.94±2.1 ^{bcd}	32.14±1.4 ^{ab}
Potato/chicken stew	1.27±0.1 ^{bcd}	36.35±4.8 ^b	33.26±0.4 ^a
Menestron	1.22±0.1 ^{bcd}	18.40±1.4 ^{fg}	12.43±2.3 ^e
Peas	1.18±0.3 ^{bcdde}	18.78±1.5 ^{fg}	69.99±8.9
Rice/chicken stew	1.11±0.1 ^{bcddef}	26.82±2.7 ^{de}	21.21±2.6 ^{cde}
Rice/fish pie	1.07±0.1 ^{cdef}	40.77±4.4 ^b	23.31±1.7 ^{bcd}
Rice/ meat stew	0.99±0.02 ^{def}	36.47±1.9 ^b	24.66±3.7 ^{abc}
Rice/fish nuggets	0.99±0.04 ^{def}	63.37±3.3 ^a	19.15±1.3 ^{cde}
Potato pie/meat	0.99±0.1 ^{def}	3.15±0.7 ^h	14.42±1.3 ^{de}
Pasta 1/carrot/egg	0.89±0.03 ^{defg}	24.56±2.4 ^{ef}	24.53±2.0 ^{abc}
Rice/ beef streak	0.76±0.02 ^{fg}	11.90±0.4 ^g	2.53±0.4 ^f
Potato/pork steak	0.71±0.1 ^{fg}	13.77±1.5 ^g	21.64±2.4 ^{cde}
Pasta 2/carrot/egg	0.54±0.04 ^g	34.15±2.0 ^{bc}	21.95±3.7 ^{cde}
Pasta 3/carrot/egg	0.54±0.05 ^g	27.86±1.4 ^{cde}	22.76±3.4 ^{bcd}

¹PC = phenolic compounds; values are presented as mg GAE/g. Antioxidant capacity ORAC and DPPH: values are presented as $\mu\text{mol TE/g}$. Pasta 1, 2, and 3 indicate different types of pasta (n=3). Significance testing among the different samples was performed by one-way ANOVA followed by Tukey's test. Mean±SD values followed by different letters in a column are significantly different at $p<0.05$.

followed by cabbage/tuna fish, cabbage, and beetroot salad. Table 3 shows that, among main courses, legumes exhibited the highest PC content, led by lentils, that differed from all the other food preparations ($p<0.05$). Table 4 shows that the PC content of desserts ranged from 0.89 to 6.91 mg GAE/g ($p<0.05$). The highest PC amount was found in green apple ($p<0.05$), followed by red apple, canned peach, orange and mote (wheat grain boiled and removed from its husk) with fruits, while the lower values were found for milk based desserts. Varied AC were also observed in desserts, with ORAC values ranging from 0 to 210.07 $\mu\text{mol TE/g}$ ($p<0.05$). The highest ORAC was observed in orange, followed by apples, and mote with fruits. On the other hand, DPPH varied from 5.88 to 72.81 $\mu\text{mol TE/g}$ ($p<0.05$). Canned peach had the highest DPPH value, followed by apples and orange.

Taking into account the PC content of the 22 meals analyzed, the lowest PC level was observed in the meal composed by milk + bread/egg for breakfast, and rice/fish nuggets + grits/milk/flavored sauce for lunch (362.7 mg GAE), while the meal composed by milk + bread/avocado for breakfast and potato pie/meat + tomato/egg and green apple for lunch, presented the highest PC level (1,730 mg GAE), exhibiting significant variations on a daily basis.

The correlations between PC and AC are shown in Table 5. The highest correlation between PC and ORAC ($r=0.76$) was observed in salads, although it was lower in fruits ($r=0.41$), main courses ($r=0.44$), and was not significant in breakfast sandwiches. On the other hand, no significant correlation was observed between PC and DPPH in salads, and it was low in main dishes ($r=0.41$), while low correlations between ORAC and DPPH were observed in salads ($r=0.36$) and fruits ($r=0.61$).

DISCUSSION

There is a lack of information on the PC content and AC of institutional meals consumed by children at school, and this study provides useful data that may be used as quality parameters of the meals provided by the NSFP that can potentially protect children's health.

In breakfast meals, the highest PC content observed in the cookie ($p<0.05$) is attributed to

its ingredients: whole wheat flour and crushed oats. Among sandwiches, bread containing vegetable ingredients such as quince jelly, strawberry jam, and avocado pulp exhibited higher PC content than those containing animal ingredients or margarine. High AC (ORAC values) were found in sandwiches containing egg or cooked condensed milk ("dulce de leche"), which is attributed to the low specificity of the assay (14).

Beetroot salad exhibited the highest PC content, which is in agreement with the ranking that includes it among the 10 vegetables with higher AC (15), due to its high content of betalains. In the case of salads containing fish, the high PC content may be overestimated due to proteins that react with the Folin

TABLE 4. Phenolic compounds content and antioxidant capacity of lunch desserts provided by the elementary school feeding program in Quillota, Chile, in 2011.

Main course	PC ¹	ORAC	DPPH
Green apple	6.91±0.31	99.39±0.63 ^a	69.24±7.09
Red apple	4.37±0.77 ^a	75.42±4.10 ^b	65.52±5.36
Canned peach	2.42±0.08 ^b	31.87±5.08 ^d	72.81±3.54
Orange	1.91±0.2b ^c	210.07±5.81	64.68±0.92
Wheat mote/fruits	1.81±0.04 ^{bc}	47.01±1.47 ^b	25.71±5.96 ^{ab}
Jelly/apple	1.71±0.02 ^{bcd}	1.05±0.57 ^f	20.01±1.21 ^{ab}
Jelly	1.67±0.07 ^{bcd}	ND	5.88±3.38 ^c
Wheat mote/dry plum	1.36±0.11 ^{cde}	46.80±8.94 ^c	31.87±4.07 ^a
Grits/milk/flavored sauce	1.27±0.20 ^{cde}	13.41±2.82 ^e	17.60±6.15 ^{bc}
Pudding/flavored sauce	1.13±0.05 ^{de}	7.20±1.04 ^{ef}	27.84±4.35 ^{ab}
Grits/milk	1.08±0.16 ^e	5.42±1.31 ^{ef}	30.78±1.17 ^a
Rice/milk	0.89±0.08 ^e	3.84±1.72 ^{ef}	16.45±3.60 ^{bc}

¹PC = phenolic compounds; values are presented as mg GAE/g. Antioxidant capacity ORAC and DPPH: values are presented as $\mu\text{mol TE/g}$. ND: not detected. (n=3). Significance testing among the different samples was performed by one-way ANOVA followed by Tukey's test. Mean±SD values followed by different letters in a column are significantly different at $p<0.05$.

TABLE 5. Correlation coefficients between phenolic compounds content and antioxidant capacity (DPPH and ORAC) in meals provided by the elementary school feeding program in Quillota, Chile, 2011.

	Dessert		Salad		Main course		Breakfast	
	DPPH	ORAC	DPPH	ORAC	DPPH	ORAC	DPPH	ORAC
PC1	0.66*	0.41*	NS	0.76*	0.41*	0.44*	0.69*	NS
DPPH	1	0.67*	1	0.36*	1	0.57*	1	0.63*
ORAC		1		1		1		1

¹PC = phenolic compounds. Asterisks represent that the correlation coefficient is significant ($p<0.05$). NS=not significant.

Ciocalteu solution. Both the beetroot and the cabbage salads served were cooked, which affects both the PC content and AC, and the values are not comparable to those in raw foods. Lettuce/fish/onion had a high AC, while boiled cabbage showed the lowest PC content and a low AC according to ORAC, occupying the last place in the ranking among salads, although it showed higher DPPH, which puts into evidence the importance of using complementary AC assays (16). Cabbage contains antioxidants such as glucosinolates and PC (17), which were probably diminished by the thermal treatment in boiling water. Salads containing potato had 1.15 and 1.48 mg GAE/g (potato/onion and potato/carrot, respectively). Although not a good source of PC, it has been reported that the PC content

is higher if these tubers are cooked with peel (18).

The amount of PC is highly dependent on the cooking procedures, and PC in beans may be lost in the soaking water before cooking. It is noteworthy that the bean/pasta preparation (a very good protein combination) had a high amount of PC (1.46 mg GAE/g), which makes a difference respect to other dishes containing pasta (mainly with egg), which are among the main courses with the lower PC content, although part of the PC are reduced during cooking, such as ferulic and caffeic acids. The AC measured by DPPH, was higher in peas, followed by lentils and beans/pasta. Among the dishes showing high AC is charquican, a vegetable/meat stew that contains corn, tomato, peas, onion, carrot, sweet pepper, potato and minced meat. Potato pie also exhibited high AC, due to the presence of onion, carrot, minced meat, hard-boiled egg and raisins.

The high PC amount of green apple is well recognized, and the Chilean Antioxidants Database reports 2.39 mg GAE/g for this fruit, while other authors have reported higher PC content in Red Delicious red apple (19) and the USDA flavonoids database reports 16.08 mg/100 g in Red Delicious and 12.48 mg/100 g in Granny Smith apples. It is important to consider that the concentration of phytochemicals in food plants is highly dependent on many factors, such as cultivar, harvest, storage, processing, and the culinary techniques used (20).

The PC content of dairy desserts and jelly are negligible, and the values observed may be overestimated since the Folin Ciocalteu assay lacks specificity. The chemicals may not only react with PC but also with non-phenolic

substances, including vitamin C, fructose, glucose, aminoacids, among others (21). The AC observed was higher in green apple compared with red apple and, as already described, the differences among values reported in the literature are attributable to the varieties, agro-climatic conditions, processing, among other factors. On the other hand, the presence of apple in jelly had a significant effect on the PC content and AC in this dessert, which lacks phytochemicals when served alone. The AC (ORAC and DPPH) measured in dairy desserts and jellies were significantly lower than those of fruits ($p < 0.05$). However, Halvorsen et al. (22) measured the AC of some dairy desserts using the FRAP assay, obtaining values higher than those of fruits, vegetables, and cereals.

The AC of all foods and preparations is affected by synergistic, antagonistic or neutral interactions among their constituents, which does not allow the addition of the specific AC values of each ingredient used. Consequently, the AC obtained in this study may be higher or lower than the individual AC of the ingredients, and should be regarded as a reference figure for comparison only.

Both ORAC and DPPH assays are based on redox mechanisms and a correlation between them may be expected (23). The AC is affected by the presence of non-phenolic species that participate in the reactions, including antioxidant vitamins and/or their synergism with PC, contributing as a whole to the AC measured (24). Consequently, the correlations observed indicate that the AC of foods is not due to the presence of PC solely. Kevers et al. (25) observed a high correlation between PC and DPPH ($r = 0.94$)

in fruits and vegetables, while the correlation between PC and ORAC was lower ($r = 0.61$). In Chilean grapes, Lutz et al. (23) published a high correlation between PC and ORAC ($r = 0.91$), PC and DPPH ($r = 0.76$).

Table 6 shows the mean contribution of all breakfast and lunch meals served in terms of PC and antioxidant capacity, as well as the range observed.

TABLE 6. Mean contribution of phenolic compounds and antioxidant capacity (ORAC and DPPH) of meals provided for breakfast and lunch in the school feeding program in Quillota, Chile, 2011.

	PC ¹	ORAC	DPPH
Breakfast	1.42 (0.71 – 2.77)	38.57 (12.96- 68.85)	24.70 (5.71- 48.10)
Total breakfast	1.42	38.57	24.70
Salad	1.41 (0.58 – 2.44)	62.70 (11.1 - 165.4)	63.11 (15.77 – 101.00)
Main course	1.12 (0.49 – 2.14)	32.00 (2.63 – 89.61)	27.82 (2.12 – 80.32)
Dessert	2.26 (0.84 – 7.16)	49.04 (0.53 - 214.17)	37.37 (5.02 – 75.62)
Total lunch	4.79	143.74	128.30
TOTAL	6.21	182.31	153.00

¹PC = phenolic compounds; values are presented as mg GAE/g. Antioxidant capacity ORAC and DPPH: values are presented as $\mu\text{mol TE/g}$.

Lunch meals are the main contributors of PC and antioxidant capacity, supplying 77.1% of the PC, as well as nearly 80% the antioxidant capacity of the meals (78.8% ORAC and 83.9% DPPH, respectively). Among the foods contained in lunch, dessert was the main supplier of PC (mainly fresh fruit), while salad was the main contributor to the antioxidant capacity. These values emphasize the importance of providing fruits and vegetables in the NSFP.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The meals provided by the NSFP during 2011 may be classified according to their PC content and AC as additional criteria for selecting the best quality preparations, considering these parameters in addition to their nutrients and energy content. The foods or preparations selected for breakfast are: cookie, bread/avocado, bread/quince jelly, and bread/strawberry jam; while for lunch salads, the selected preparations include beetroot, lettuce and cabbage/fish. The best quality main courses contain legumes, and/or mixed vegetable preparations, and the best desserts are fruits, fresh or canned. An outstanding issue is the frequency of deliverance of the preparations, eg the delivery of potato/pasta/rice dishes should be decreased while more vegetable/legumes preparations should be increased instead. Our results support the implementation of dietary planning strategies that take into consideration the consumption of PC. Higher PC intake may be achieved by different means, including the supply of fruits for breakfast, the delivery of bigger portions and a wider variety of salads, the inclusion of other types of fresh or dehydrated fruits, e.g. berries, well recognized as very good sources of PC and high AC, as well as the incorporation of a wider variety of main dishes prepared with mixed vegetables.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by CONICYT, Chile, Project FONDEF D09I1222.

REFERENCES

1. Bravo L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 1998, 56: 317-333.
2. Arts IC, Hollman PC. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 2005, 81: 317S-325S.
3. Fraga C, Galleano M, Verstraeten S, Oteiza P. Basic biochemical mechanisms behind the health benefits of polyphenols. *Mol Asp Med* 2010, 31: 435-445.
4. Stevenson DE, Hurst RD. Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? *Cell Mol Life Sci* 2007, 64: 2900 – 2916.
5. He FJ, Nowson CA, Lucas M, MacGregor GA. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *J Hum Hypertension* 2007, 21: 717-728.
6. Aggarwal BB, Sung B. The relationship between inflammation and cancer is analogous to that between fuel and fire. *Oncology* 2011, 25: 414-418.
7. Lutz M, Castro E, García L, Henríquez C. Bioavailability of phenolic compounds from grape juice cv Autumn Royal. *J Food CyTA* 2014, 12: 48-54.
8. Siriwardhana N, Kalupahana NS, Cekanovac M, LeMieux M, Greer B, Moustaid-Moussa N. Modulation of adipose tissue inflammation by bioactive food compounds. *J Nutr Biochem* 2013, 24: 613-623.
9. Tejada L, Debiec M, Nilsson L, Peñarrieta JM, Alvarado JA. Chemical composition, antioxidant capacity and content of phenolic compounds in meals collected in hospitals in Bolivia and Sweden. *Nutr Hosp* 2012, 27:1009-1016.
10. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 1965, 16: 144-158.
11. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol* 1995, 28: 25-30.
12. Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem* 1998, 4: 4619-4626.
13. Cao GY, Prior RL. Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum. *Clin Chem* 1998, 44: 1309-1315.
14. Prior R, Wu X, Schich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem* 2005, 53: 4290-4302.
15. Halvorsen B, Holte K, Myhrstad MCW, Barikmo I, Hvattum E, Remberg SF, Wold AB, Haffner K, Baugerod H, Andersen LF, Moskaug J, Jacobs DR, Blomhoff R. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr* 2002, 132: 461-471.
16. Huang D, Ou B, Prior RL. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 2005,

- 53:1841–1856.
17. Kusznierewicz B, Bartoszek A, Wolskaa L, Drzewieck, J, Gorinstein S, Namiesnik J. Partial characterization of white cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from different regions by glucosinolates, bioactive compounds, total antioxidant activities and proteins. *LWT-Food Sci Technol* 2008, 41: 1–9.
 18. Reddivari L, Hale A, Miller C. Genotype, location, and year influence antioxidant activity, carotenoid content, phenolic content and composition in specialty potatoes. *J Agric Food Chem* 2007, 55: 8073- 8079.
 19. Tsao R, Yang R, Young JC, Zhu H. Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *J Agric Food Chem* 2003, 51: 6347-6353.
 20. Lutz M, Henríquez C, Escobar M. Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. *J Food Compos Anal* 2011, 24: 49-54.
 21. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin–Ciocalteu reagent. *Meth Enzymol* 1999, 299: 152–178.
 22. Halvorsen BL, Carlsen MH, Phillip, KM, Bohn SK, Holte K, Jacobs DR Jr., Blomhoff R. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr* 2006, 84: 95–135.
 23. Lutz M, Jorquera K, Cancino B, Ruby R, Henriquez C. Phenolics and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. *J Food Sci* 2011, 76: C1088–C1093.
 24. Velazquez DAJ, Zevallos C. Correlations of antioxidant activity against phenolic content revisited: a new approach in data analysis for food and medicinal plants. *J Food Sci* 2009, 74: R107-R113.
 25. Kevers C, Falkowski M, Tabart J, Defraigne JO, Dommes J, Princemai, J. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. *J Agric Food Chem* 2007, 55: 8596–8603.

Recibido: 05-02-2015

Aceptado: 01-04-2015

Medición del índice glucémico de 2 variedades de pastas y 2 variedades de arroz

Edgardo Ridner, Antonio Di Sibio

Hospital Sirio Libanés, Buenos Aires. Hospital Prof. Dr. Ramón Carrillo, Buenos Aires. Argentina.

RESUMEN: El IG ha sido ampliamente estudiado como un indicador de los efectos fisiológicos de una comida con carbohidratos y es de interés en el manejo y la prevención de la diabetes, las dislipemias y la obesidad. Para medir el índice glucémico (IG) de dos importantes alimentos fuente de carbohidratos se realizó un ensayo con voluntarios siguiendo la metodología recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), consistente en realizar mediciones de glucemia capilar al comenzar y a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos de ingerir el alimento en un panel de 9 individuos y calcular el área incremental bajo la curva respecto del mismo ensayo con el alimento control en este caso solución de glucosa al 20%. Se obtuvieron los siguientes resultados: Pasta de sémola de trigo candeal (*Triticum durum*): 38; Pasta de harina de trigo común (*Triticum aestivum*): 73; Arroz parboil: 59 y Arroz blanco grano largo: 71. Este ensayo confirma el bajo índice glucémico de las pastas de harina de trigo candeal, es la primera medición para una pasta de harina de trigo común adecuadamente caracterizada y señala los valores de las presentaciones predominantes de arroz en numerosos países, añadiendo una referencia para profesionales y autoridades.

Palabras clave: Índice Glucémico, pasta, arroz, trigo candeal, trigo común.

SUMMARY. Glycemic index of two varieties of pasta and two varieties of rice. The IG has been extensively studied as an indicator of the physiological effects of a carbohydrate meal with applications in the management and prevention of diabetes, dyslipidemia and obesity. A standard assay was performed to measure the glycemic index (GI) of two significant sources of carbohydrates following the World Health Organization (WHO) recommended methodology, determining the incremental area under the blood glucose response curve of a 50g carbohydrate portion of the test food compared to the same amount of carbohydrate from a glucose solution by the same subject measured in capillary whole blood before and 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after ingestion in a total of 9 subjects. The following results were obtained: Parboil rice: 73, Long Grain White Rice: 59; Pasta of durum wheat (*Triticum durum*): 71, Pasta of regular flour (*Triticum aestivum*): 38. This test confirms the low glycemic index of pasta made from durum wheat, and is the first measurement for pasta of common wheat flour properly characterized. It also indicates the values of the prevailing presentations of rice in the region, adding a reference for professionals and authorities.

Key words: Glycemic Index, pasta, rice, durum wheat, common wheat.

INTRODUCCIÓN

En los años 70 David Jenkins y su equipo propusieron el índice glucémico (IG) como un método de clasificación para alimentos con carbohidratos basado en su efecto sobre la glucemia postprandial (1). El objetivo de la investigación fue el establecimiento de un criterio útil para el manejo alimentario del paciente diabético.

En 1997 la FAO/OMS convocó a una consulta de expertos para realizar una revisión del rol de los carbohidratos en la salud, que incluyó un capítulo dedicado al índice glucémico. Este documento definió el IG de un alimento como “el área incremental bajo

la curva de la glucemia en respuesta a una porción con 50 gramos de carbohidratos expresado como porcentaje del resultado de una comida standard en el mismo sujeto” (2)

En su trabajo original, el equipo de Jenkins midió el IG de 62 alimentos. A lo largo de los años otros investigadores realizaron nuevas determinaciones. Una tabla actualizada en 2003 por Kaye Foster-Powell incluye más de 1300 datos provenientes de más de 750 alimentos, mostrando la variabilidad de un mismo alimento base según la forma de prepararlo y combinarlo con otros ingredientes (3). Otros esquemas de cálculo, tales como Área Bajo la Curva (AUC) mínimo, AUC neto o AUC de corte, mostraron

mayor dispersión de resultados (4).

La utilización del índice glucémico es de interés en varias situaciones clínicas. Se ha encontrado que la utilización de alimentos de bajo IG mejora control glucémico en diabéticos (5) aumentando la sensibilidad a la insulina y el funcionamiento de las células beta, reduce la trigliceridemia (6), disminuye el riesgo de enfermedad coronaria (7) y podría tener un rol en el manejo del peso, razones por las que esta clasificación de los alimentos que contienen carbohidratos basada en la respuesta aguda a la absorción de glucosa constituye una herramienta útil. Hay estudios recientes sobre nuevos beneficios posibles de una alimentación con bajo IG, tal como mejoría del hígado graso (esteatosis hepática) (8) y la mejora del perfil lipídico corporal y sérico (9).

Las razones que influyen en el IG de un alimento son variadas, incluyendo la estructura del almidón y la presencia de otras sustancias que condicionan la digestión, especialmente fibra y proteínas que presentan interacciones variables y distinta respuesta a las condiciones de digestión y absorción. Estos factores incluyen [a] las propiedades químicas de los azúcares y almidones, [b] la proporción de amilosa y amilopectina, [c] la estructura del gránulo de almidón y el grado de cristalización de sus cadenas, [d] el grado de gelatinización y [e] la matriz alimentaria (10). La presencia de almidón resistente propio de la especie (tipos 1 y 2) o el que pueda haberse producido durante la elaboración industrial como por ejemplo el parboil (tipo 3) es también un factor a tener en cuenta.

Existen diferentes de variedades de trigo para la producción de alimentos, las dos más utilizadas son trigo común (*T. aestivum*) de grano poco resistente a la molienda, y el trigo candeal (*T. durum*) que es más duro y da como resultado de la molienda sémola de partículas más gruesas y duras. Por otro lado en el caso del arroz pasa algo similar y esto influye en las estructuras de sus gránulos de almidón y contenido de amilosa que se reflejan en valores del IG dentro de un rango muy amplio.

En el caso del trigo, los gránulos de almidón están rodeados de una matriz proteica. En trigos blandos la unión entre la proteína y el almidón es débil y los gránulos de almidón se fracturan menos, en cambio cuanto más duro es el grano como el caso del candeal, los gránulos de almidón se rompen pero su unión con la proteína dificultando el acceso de las enzimas

digestivas, lo que reduce la velocidad de digestión y absorción de dicho almidón.

En el caso del arroz la gran cantidad de variedades regionales con diferente contenido de amilosa y otros componentes de la pared celular produce valores dentro de un rango muy amplio. Adicionalmente el proceso de parboil aumenta la gelatinización lo que se traduce en un menor IG.

Otros alimentos clásicos ricos en almidón como el pan o la papa presentan la misma variación del IG como se observa en la Tabla 1.

TABLA 1. Variabilidad del índice glucémico en diferentes estudios.

Alimento	Índice Glucémico (glucosa = 100)
Pan blanco	72.5 ± 35.8
Puré de papas	84.5 ± 32.7
Arroz grano largo	71.1 ± 38.2
Spaghetti	46.9 ± 26.7

Basado en: (13)

Las razones por las cuales se eligieron estos alimentos: pastas de trigo candeal, pastas de trigo pan, arroz blanco largo fino y arroz blanco largo fino parboilizado, fueron su importancia y representatividad en la región, donde el consumo de pastas va desde los 4 hasta los 12 kg por persona por año, constituyendo un alimento cotidiano. El 36% de las pastas secas producidas en América Latina están elaboradas con trigo candeal (*T. durum*) y el 64% restante con trigo común (*T. aestivum*) (11).

El consumo de arroz también es significativo y varios países, principalmente Brasil, Argentina, Colombia y Uruguay utilizan la parboilización para un 10 al 20% de su producción (12). Hay numerosas variedades de arroz a lo largo de toda la región que muestran un amplio rango en su contenido de amilosa, con tendencia al crecimiento de arroces altos en amilosa (>20%) y además el grano puede ser sometido al proceso de parboilización que mediante el uso de agua caliente y vapor modifica la estructura de los gránulos de almidón aumentando su gelatinización.

Dado que en ambos casos se pueden esperar cambios en el comportamiento digestivo, y siguiendo las recomendaciones de la OMS sobre la conveniencia

de conocer el comportamiento de los productos predominantes en cada región, se realizó la medición del IG de ambas variedades de pasta y arroz según método estándar OMS (14), para determinar:

- Si el IG de las pastas de trigo candeal es similar al publicado en otros países
- La diferencia con el IG de las pastas de trigo común, algo poco estudiado ya que este tipo de pastas es poco frecuente en Europa de donde provienen la mayoría de los ensayos publicados
- El IG de un arroz alta amilosa regional
- El IG para ese mismo arroz parboilizado

MATERIALES Y METODOS

Se convocó a un panel de 9 personas adultas que cumplieron los criterios de inclusión y no presentaron ningún criterio de exclusión enumerados en la Tabla 2. El número de sujetos está en línea con la recomendación OMS que es de siete individuos, y la media de la recopilación mencionada de Foster-Powell que es de seis individuos.

TABLA 2. Características del panel de voluntarios

Edad	24 a 66 años
Sexo	Mujeres 8 – Hombre 1
Criterios de Inclusión	Voluntarios sanos No obesos (IMC<30 kg/m ²)
Criterios de exclusión	Diagnóstico de Diabetes Presencia de trastornos gastrointestinales que puedan afectar la digestión y/o absorción de alimentos. Uso de medicación que pueda afectar el vaciamiento gástrico, la digestión y/o absorción de alimentos.

Se realizaron 5 sesiones, una para la determinación de la curva de glucemia tras la ingestión del alimento control (glucosa) y una para cada uno de los alimentos testeados: [1] pasta de sémola de trigo candeal (PCan), [2] pasta de harina de trigo común (PCom), [3] arroz blanco grano largo fino (AGL) y [4] arroz blanco grano largo fino parboilizado (APB), en días alternos a lo largo de 2 semanas. En todos los casos los voluntarios cumplieron con un ayuno de 9 horas

y la cena anterior contenía menos de 50 gramos de carbohidratos siguiendo la recomendación de Wolever (15). Todas las sesiones comenzaron al mismo horario, 9.00 am. En la primera sesión se firmó el documento de información y consentimiento. Todas las sesiones fueron supervisadas por el investigador principal. Se realizaron las 7 mediciones de glucemia capilar, la primera inmediatamente antes de la comida, y las siguientes a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos \pm 2 luego del inicio de la comida.

Todas las mediciones se hicieron con un glucómetro OPTIUM Freestyle™ (Laboratorios Abbott), y se registraron en 3 documentos: una planilla individual por participante considerada como documento fuente, una planilla secundaria copiada de la memoria del glucómetro y una planilla electrónica escrita por el subinvestigador en el momento.

La primera sesión se dedicó a la pasta de trigo candeal, la segunda al arroz parboil, la tercera a la glucosa (un vaso con 250 ml de agua y 50 \pm 0,2 g de glucosa anhidra farmacopea conformando una solución de glucosa al 20%), la cuarta para la pasta de trigo común y la quinta para arroz grano largo fino. En todos los casos el arroz comercial pulido y las pastas secas fueron prefraccionados para porciones con 50 \pm 0,3 gramos de carbohidratos asimilables, y se colocó cada porción en bolsas hervidoras microperforadas individuales que fueron termoselladas. Los tiempos de cocción en agua a temperatura de ebullición fueron los recomendados por el fabricante para las condiciones de consumo habitual, que son 8 minutos para la pasta y 19 minutos en el caso del arroz. En este último caso se verificó mediante el método propuesto por Juliano B.O. (16) observando que más del 90% de los granos colocados entre dos placas de vidrio no presenten centro opaco. Se resumen junto con los contenidos de carbohidratos en la Tabla 3.

Se permitió a los participantes condimentar cada porción con aceite (hasta 10 ml), sal a voluntad y un condimento seco (orégano o provenzal elaborado con orégano y ajo deshidratados). El tiempo máximo de consumo fue 10 minutos. Durante la prueba se permitió beber agua a voluntad registrándose un consumo medio de una copa de 250 ml en las dos horas transcurridas entre la primera y la última medición.

El análisis estadístico de los datos obtenidos se llevó a cabo por medio de medidas de tendencia central y dispersión. La variable Area Bajo la Curva

TABLA 3. Alimentos testeados – composición y tiempo de cocción.

Producto	Porción	CH %‡	CH g	Cocción minutos
Pasta de sémola spaghetti Matarazzo™(PCan)	71,4 g	70	50.0	8
Pasta de harina spaghetti Favorita™ (PCom)	70,0 g	71	49.7	8
Arroz largo fino parboil Gallo™ (APB)	65,7 g	76*	49.9	19#
Arroz largo fino Gallo™ (AGL)	64,1 g	78*	50.0	19#

‡CH: Carbohidratos (Composición suministrada por el fabricante)

* Amilosa 23,7%

Fuente: (16)

(AUC) en los 5 alimentos es de libre distribución, por lo que se informó la mediana y los rangos intercuartiles. El IG se describió con media y desvío estándar. Se realizó la estadística analítica de las áreas bajo la curva de glucemia obtenidas con cada uno de los alimentos en estudio y el alimento estándar, a la vez que se compararon el IG de la pasta de trigo candeal con el de la pasta de trigo común, así como el del arroz parboil con el del arroz blanco largo fino. El cálculo del área incremental bajo la curva (IAUC) fue realizado por método geométrico de superficie de los trapezoides ignorando los valores inferiores al de ayuno. Para cada individuo se calculó el índice glucémico de cada uno de los alimentos testeados como relación entre el IAUC para ese alimento y el IAUC para la glucosa. El IG informado para cada alimento es el promedio de los obtenidos para todos los participantes. Se considero la probabilidad $p \leq 0,05$ como estadísticamente significativa. Los gráficos y test estadísticos se realizaron mediante análisis de varianza simple (ANOVA) utilizando los software estadísticos Epidat 4.1 y Statistix 8.

RESULTADOS

Los valores obtenidos como promedio del índice individual para cada uno de los alimentos testeados fueron: pasta de trigo candeal (PCan) 38, pasta de trigo común (PCom) 73, arroz parboil (APB) 59, arroz grano largo (AGL) 71 (Tabla 4).

La pasta de trigo candeal mostró un IG bajo (<55), el arroz parboil un índice medio (entre 55 y 70) y la otra pasta y el arroz común un índice

próximo al considerado alto (>70). Uno de los valores individuales de la pasta de trigo común resultó extremo explicando el mayor coeficiente de variación y su menor significación en la diferencia con los otros alimentos. Se prefirió incluirlo de acuerdo a lo habitual (17) ya que se estima que podría reflejar mejor la variabilidad de una población amplia como suele suceder en la práctica cotidiana.

La variación entre individuos resultó notable entre ambos tipos de pasta y fue menos notorio entre las variedades de arroz. Esto concuerda con numerosas publicaciones cuyas mediciones fueron realizadas con diversos criterios, tanto por el procesamiento del grano como por el tiempo de cocción. Se le agrega la amplitud de los tipos de arroz existentes y que no obedecen a una nomenclatura uniforme. La dificultad en comparar resultados puesta en evidencia por la falta de datos sobre la variedad del arroz utilizado en la medición se desprende de la compilación de más de 2.000 mediciones realizada por el grupo de la Universidad de Sydney (18).

Extrayendo selectivamente los valores publicados para el arroz grano largo fino, tanto en su presentación sencilla (pulido no parboil) como en su versión parboil

TABLA 4. Índice glucémico de pastas y arroces testeados.

Alimento	IG	SEM	95% IC	DS	CV
Pasta trigo candeal (PCan)	38	± 6	25 - 51	19,76	52%
Pasta trigo común (PCom)	73	± 22	29 - 117	67,86	93%
Arroz parboil (APB)	59	±11	36 - 82	35,37	59%
Arroz (AGL)	71	± 14	42 - 99	43,59	61%

SEM: desvío estándar de la media; 95% IC: intervalo de confianza 95% (α 0,05); DS: desvío estándar; CV: Coeficiente de variación: DS / Media * 100

se observa un IG entre 68 a 72 para el arroz blanco y un IG de 47 para el arroz parboil (Tabla 5).

Las mismas fuentes citan para pastas comparables elaboradas con sémola de trigo candeal cocidos entre 8 a 12 minutos valores de IG entre 42 y 47 (Tabla 6)

No fue posible encontrar estudios publicados sobre medición del IG de pastas de harina de trigo común, aunque algunos valores de las publicaciones podrían corresponder a esta variedad. Esto destaca la oportunidad de la presente medición para ampliar la información disponible. El valor hallado en este ensayo para la pasta de trigo candeal (38 ± 6) coincide con las publicaciones existentes, pero el IG de la pasta de trigo común (73 ± 22) es significativamente mayor y con notable amplitud individual. Para el arroz blanco el IG (71 ± 14) también coincide con la media de los estudios publicados cuyos índices varían en un rango muy amplio, mientras que hay pocos datos sobre el arroz parboil aunque el hallado (59 ± 11) es levemente superior a los publicados en otros países.

TABLA 5. Índice glucémico de arroces blancos y parboil.

Arroz	IG	SEM	IC 95%
Basmati easy cook	68		53 - 84
Blanco varios	69	± 15	
Parboil 13 estudios	47	± 3	
Blanco grano largo	72	± 9	
Blanco grano largo	68		

Fuentes: (1), (3), (4), (19)

IG: índice glucémico; SEM: desvío estándar de la media; IC95: intervalo de confianza 95%

TABLA 6. Índice glucémico de pasta trigo candeal.

Pasta	IG	SEM	IC 95%
Spaghetti	43		33 - 52
Spaghetti	44	± 3	
Spaghetti	42	± 4	
Spaghetti	47		

Fuentes: (1), (3), (4), (19)

IG: índice glucémico; SEM: desvío estándar de la media; IC95: intervalo de confianza 95%.

DISCUSIÓN

El uso del IG en la práctica diaria ofrece oportunidades y al mismo tiempo requiere una adecuada interpretación y capacidad de manejo. No existe una clasificación universalmente aceptada para agrupar a los alimentos según el IG. El criterio más citado es el propuesto por la Universidad de Sídney (Dra. Jenny Brand Miller) en 2003 considerando “bajo” al IG menor a 55, “medio” al IG entre 55 y 70 y “alto” al IG superior a 70 (8)

La variabilidad del IG publicado para alimentos simples se explica por las diferencias en la estructura física de las partes involucradas, y el proceso de elaboración tanto industrial como culinario. A esto deben agregarse diferencias en la metodología usada por los diversos autores. Por este motivo se adhirió en este trabajo a la metodología recomendada por la OMS. Si bien el IG de un alimento compuesto suele coincidir con el promedio ponderado del IG de sus componentes, facilitando su cálculo, las recetas posibles son tantas que requieren criterios prácticos a la hora de formular recomendaciones de utilidad para la comunidad, y para ello deben conocerse con certeza los IG de los principales componentes que son fuente de carbohidratos en el plato considerado.

Entre los alimentos más utilizados para preparar comidas con carbohidratos complejos figuran las pastas y el arroz. La variedad de pasta de mayor consumo es el spaghetti, y algunas marcas están elaboradas con sémola de trigo candeal, mientras que en algunos países tales como Brasil, Argentina, Colombia y Uruguay son prevalentes las pastas elaboradas con harina de trigo común. El trigo candeal tiene una composición diferente, formado por una red proteica más fuerte alrededor de los gránulos de almidón y presenta mayor consistencia, que influye en el proceso digestivo enlenteciendo la acción enzimática en el intestino, pudiendo ser esta la explicación de su bajo índice glucémico como se ha demostrado en estudios donde se vio que la red proteica limita la tasa de hidrólisis de almidón llevando a menores respuestas glucémicas (20).

Con respecto al arroz, hay diversas variedades de uso común, pero la mayoría corresponden a la denominación comercial “grano largo fino”, con relación amilosa – amilopectina variable, aunque la mayoría de los desarrollos de diversos institutos de fomento en la región viene favoreciendo variedades de amilosa media (hasta 20%) y alta (>20%).

Algunas marcas realizan el proceso conocido como parboilización, que incluye una inmersión en agua caliente seguida por la aplicación de vapor antes del pelado. Este proceso modifica la estructura del almidón con repercusión sobre sus propiedades, ya que la importante gelatinización del almidón que se produce logra un grano más duro, más transparente, menos pegajoso, recupera parte de los micronutrientes de la cascarilla y también enlentece su digestión (21). Aunque algunos autores destacaron la posible retrogradación del almidón previamente gelatinizado y más recientemente distintos estudios han mostrado que el parboilizado favorecería la formación de un complejo lípido-amilosa provocando cambios en la estructura cristalina del almidón, todos discutidos en el ensayo de Bello, 2009 (22), el almidón retrogradado del arroz parboil oscila entre 0,5 y 1,5% de del total del grano no alcanzando para justificar diferencias en el índice glucémico adicionales a los esperados por la mayor gelatinización (23)

Aunque es conocido que el parboilizado disminuye el IG del arroz, son pocos los ensayos regionales para esta variedad. Igualmente no se encontraron mediciones del IG de la pasta elaborada con trigo común, siendo además de interés confirmar que las pastas de trigo candeal locales se comportan de igual modo que las medidas en otros países.

CONCLUSIONES

En este estudio se presentan los valores del IG de cuatro alimentos básicos muy utilizados localmente en la Argentina y en toda la región: pasta tipo spaghetti de sémola de trigo candeal y de harina de trigo común, y arroz blanco largo fino y parboilizado. La metodología usada permite comparar los valores con mediciones publicadas por otros investigadores. El desvío de la media es algo más amplio que el informado en otros estudios, lo que puede explicarse por la mayor heterogeneidad de la muestra. Si bien esto no influyó en el resultado, puede interpretarse que en general realizar la medición en un grupo suficientemente diverso de voluntarios podría ser más representativo de la población. Las diferencias encontradas entre ambas pastas y entre ambos arroces resultaron significativas. El IG puede ser de interés en algunas situaciones específicas, tal como la prevención y el tratamiento de la diabetes y las dislipemias. Posiblemente sea de utilidad en el manejo del peso. Estas condiciones comprenden a una gran parte de la

población, por lo que es importante para el profesional contar con valores de referencias representativos de los alimentos de uso local. En ese contexto sería deseable ampliar ensayos locales protocolizados para más alimentos fuente de carbohidratos, entendiendo como tales a los que proveen más de 25 gramos por porción, y especialmente a los que constituyen la base de un plato al proveer más de 50 gramos por porción.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por Molinos Río de la Plata.

REFERENCIAS

1. Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* 1981; 34: 362-366.
2. Food and Agriculture Organization FAO. Carbohydrates in human nutrition - Paper 66: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14-18 April 1997, ISBN 92-5-104114-8
3. Foster-Powell K. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 2002;76:5-56
4. Wolever TM. Effect of blood sampling schedule and method of calculating the area under the curve on validity and precision of glycaemic index values. *Br. J. Nutr.* (2004), 91, 295-300
5. Brand-Miller J. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care.* 2003 Aug; 26(8):2261-7.
6. Jenkins DJA, Wolever TMS, Kalmusky J. Low-glycemic index diet in hyperlipidemia: use of traditional starchy foods. *Am J Clin Nutr* (1987) 46, 66-71.
7. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr* (2000) 71, 1455-1461.
8. Finelli C, Tarantino G. Is there any consensus as to what diet or lifestyle approach is the right one for NAFLD patients? *J Gastrointestin Liver Dis.* 2012 Sep; 21(3):293-302
9. Lopes da Silva MV, de Cássia Gonçalves Alfenas R. Effect of the glycemic index on lipid oxidation and body composition. *Nutr Hosp.* 2011 Jan-Feb;26(1):48-55
10. Glycemic Index: The State of the Science, Part 1: The Measure and Its Variability – Disponible en <http://www.wheatfoods.org/sites/default/files/attachments/wfeglycemicpt1.pdf> accedido 27/09/2103 -

11. World Pasta Report 2012, disponible en <http://www.internationalpasta.org/resources/World%20Pasta%20Industry%20Survey/IPOstatreport2013.pdf>, accedido 2/10_2013
12. De Los Santos DG et al, Bioremediation of Parboiled Rice Effluent, *The Scientific World Journal*, vol. 2012, ID 492925, doi:10.1100/2012/492925)
13. Wolever TM, Vorster HH, Bjorck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Mann JI, Ramdath DD, Granfeldt Y, Holt S, Perry TL, Venter C, Xiaomei Wu. Determination of the glycaemic index of foods: interlaboratory study. *Eur J Clin Nutr.* 2003, 57:475-82.
14. Food and Agriculture Organization FAO. Calculation of glycemic index of meals or diets. Disponible en [http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e0a.htm#calculation of glycemic index of meals or diets](http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e0a.htm#calculation%20of%20glycemic%20index%20of%20meals%20or%20diets) – accedido 27-09-2013
15. Wolever MS et al. Second-meal effect: low-glycemic-index foods eaten at dinner improve subsequent breakfast glycemic response. *Am J Clin Nutr* 1988;48: 1041-7.
16. Juliano BO. Structure, chemistry and functions of the rice grain and its fractions. *Cereal Foods World*, 1992 37:772-779
17. Brouns F et al. Glycemic Index Methodolgy. *Nutrition Research Reviews*, 2005, 18:145-171.
18. Atkinson F, Foster-Powell K, Brand-Miller J: International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care* 2008; 31:2281–2283.
19. Aston LM et al. Determination of the glycaemic index of various staple carbohydrate-rich foods in the UK diet. *Eur J Clin Nutr.* 2008 February; 62(2): 279–285.
20. Fardet A., Abecassis J. Influence of Technological Modifications of the Protein Network from Pasta on in vitro Starch Degradation. *J Cereal Sci* (1999); 30: 133–145.
21. Poritosh R et al. Processing Conditions, Rice Properties, Health and Environment. *Int J Environ Res Public Health.* 2011 June; 8(6): 1957–1976.
22. Bello MO, Procesamiento hidrotérmico de arroz cáscara, Biblioteca Digital FCEN UBA 2009 disponible en http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4639_Bello.pdf
23. Gunaratne A, Kao W, Ratnayaka J, Collado L. Effect of parboiling on the formation of resistant starch, digestibility and functional properties of rice flour from different varieties grown in Sri Lanka. *J Sci Food Agric.* 2013 Aug 30;93(11):2723-9.

Recibido: 29-10-2014

Aceptado: 22-03-2015

Association between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age in a Hispanic population

Roxana Soto, Natacha Guilloty, Liza Anzalota, Zaira Rosario, José F. Cordero, Cristina Palacios

Graduate School of Public Health, Medical Sciences Campus, University of Puerto Rico.

SUMMARY. The aim of this study was to describe the dietary patterns of pregnant women in northern Puerto Rico and explore associations between diet factors with pregnancy related measurements. This analysis is based on the Puerto Rico Testsite for Exploring Contamination Threats (PROTECT), a prospective cohort that is studying environmental risk factors for preterm births in PR. Participants completed a food frequency questionnaire (FFQ) around 20-28 weeks of gestation. The following pregnancy related measures were collected from the medical records: hemoglobin, blood glucose, blood pressure and gestational age. Potential associations between diet factors and pregnancy measures were assessed using chi square analysis with SPSS. A total of 180 participants completed the FFQ; low hemoglobin levels was found in 19.2%, high blood glucose levels was found in 21.1% by fasting blood glucose test and 24.6% by 1-hour 50 g oral glucose screening test, high blood pressure was found in 2.9% (systolic) and 6.5% (diastolic), and pre-term birth was found in 10.4% of the participants. High consumption of rice, desserts and sweets was associated with higher levels of fasting blood glucose levels ($p < 0.05$), while high consumption of vegetables was associated with higher 1-hour glucose challenge test ($p < 0.05$). No other significant associations were found. In conclusion, consumption of high dense energy food diets in pregnancy, such as rice, sweets and desserts, can lead to high levels of blood glucose and can be a potential predictor of other pregnancy complications during pregnancy in these study participants, such as gestational diabetes.

Key words: Pregnancy, dietary patterns, pregnancy related measurements.

RESUMEN: Asociación entre los factores de la dieta y los niveles de hemoglobina, tolerancia a la glucosa, presión arterial y edad gestacional en una población hispana. El objetivo de este estudio fue describir los hábitos alimentarios de mujeres embarazadas en Puerto Rico y explorar la asociación entre factores dietarios y medidas del embarazo. Este fue un análisis de datos basado en un estudio de cohorte prospectivo (PROTECT), que estudia los factores de riesgo ambientales para el embarazo pre-término en mujeres embarazadas. Las participantes completaron un cuestionario de frecuencia alimentaria (FFQ) en las semanas 20-28 de gestación. Los niveles de hemoglobina, glucosa en sangre, presión arterial y edad gestacional se recogieron de expediente médicos. Posibles asociaciones entre factores dietéticos y las medidas del embarazo fueron evaluadas usando Ji cuadrado en SPSS. Un total de 180 participantes completaron el FFQ; 19,2% tuvo bajos niveles de hemoglobina, 21,1% tuvo niveles altos de glucemia por prueba de glucosa en ayunas y 24,6% por prueba de tolerancia a la glucosa de 1 hora; la hipertensión arterial fue encontrada en 2,9% (sistólica) y 6,5% (diastólica) y nacimiento prematuro fue encontrado en 10,4%. Un alto consumo de arroz, postres y dulces se asoció con mayores niveles de glucosa en ayunas ($p < 0,05$), mientras que el alto consumo de vegetales se asoció con mayor nivel de la prueba de tolerancia a la glucosa ($p < 0,05$). No se encontró ninguna otra asociación significativa. En conclusión, el consumo de alimentos de alta densidad energética en el embarazo como arroz, postres y dulces pueden elevar los niveles de glucosa en sangre, lo cual puede ser un predictor potencial de complicaciones en el embarazo en estas participantes, como diabetes gestacional.

Palabras clave: Embarazo, hábitos alimentarios, medidas relacionadas al embarazo.

INTRODUCTION

Adequate nutrition is important in all life stages, but in pregnancy, is critical to the mother and the fetus. Good nutrition should start in the pre-conceptual

period and continued throughout pregnancy in order to optimize health and reduce the risk of pregnancy-related complications. Maternal nutrition during pregnancy has been shown to have a large positive

as well negative influence in pregnancy, including gestational duration, onset of gestational diabetes, hypertension and other outcomes (1).

Globally, almost half of pregnant women have iron deficiency (2) and it has been estimated that gestational diabetes (GDM) affects more than 15% of pregnant women (3), while preeclampsia affects 5-10% of pregnancies and is responsible for approximately 50,000 maternal deaths per year worldwide (4). Additionally, nearly 15 million infants are born prematurely throughout the world, and the US is one of the top ten countries with higher numbers of pre-term births (5). In Puerto Rico, the prevalence of anemia in the third trimester of pregnancy is high, reported at 41% in 2009 (6). Hypertension was found in 43.9% of women of 18 years and older in 2013 (7). The prevalence rate of GDM in Hispanics in the US is among the second highest compared to other ethnic groups (8). Prematurity among Puerto Rican women living in the U.S. in 2010 reached 13.5% (5), while among women residing in Puerto Rico, during the same year, the prematurity rate was higher, reaching 16.7% (9).

Diet plays an important role and it is a modifiable factor for reducing the risk of some pregnancy-related complications. Studies have found that high energy consumption, together with a high intake of carbohydrates (i.e. refined foods), are dietary risk factors for the development of GDM, while foods low in refined carbohydrates and high in fiber reduce hyperglycemia and also reduce the risk of cesarean deliveries (10). In addition, diets high in cereals, refined carbohydrates, sugar sweetened beverages, processed meats and salty snacks are directly associated with pre-eclampsia (11-13) while use of calcium supplements (14) and folic acid (15) is inversely associated with pre-eclampsia. With respect to preterm delivery, regular fish consumption and use of calcium supplements has been shown to reduce its risk (16), while coffee consumption, sugar-sweetened beverages and the use of artificial sweeteners increases its risk (17, 18). Furthermore, studies show that anemia is inversely related to red meat consumption and use of vitamin C and iron supplements (19).

Little is known about the role of dietary patterns in Hispanic pregnant women and no study has assessed the association between dietary patterns and pregnancy-related measurements in Puerto Rican women. Therefore, the aim of this study was to describe

the dietary patterns in Puerto Rican pregnant women and analyze the association between specific protective and non-protective diet factors and pregnancy related measurements, such as blood glucose, blood pressure, hemoglobin levels and gestational age. Results from this study could help design interventions to improve the diet quality of Puerto Rican pregnant women.

MATERIALS AND METHODS

Study Design

PROTECT is a prospective cohort study that recruits pregnant women residing in the northern karst area of Puerto Rico to be followed to completion of pregnancy. Its primary aim is to examine the role of environmental factors, such as phthalates, on the risk of preterm pregnancies. Eligible study subjects are healthy pregnant women 18 to 45 years of age, who reside in a municipality of the northern karst area of Puerto Rico are less than 20 weeks gestation, plan to deliver in a participating hospital, and do not have any of the study exclusion criteria (described below). Most pregnant women are recruited on or before 12 weeks gestation. Data are collected through questionnaires administered at three intervals of gestation, 16 to 20 weeks, 20 to 24 weeks, and 24 to 28 weeks. Biological samples are also obtained at those three pregnancy intervals and research nurses conduct interviews using standardized questionnaires. Medical records are reviewed and data abstracted at the same intervals and following completion of pregnancy.

PROTECT aims to recruit 1,800 pregnant women, which would provide sufficient statistical power to detect an association between phthalate levels and the risk of preterm. No estimates of power were made for this secondary analysis because it is an exploratory study about possible associations between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age among a group of Hispanic women. The study was approved by the MSC-UPR Institutional Review Board and all participants provided written consent to participate in the study.

Study population

At the moment this secondary analysis was performed, a total of 721 pregnant women had been recruited and followed by the PROTECT program from February 2011 to February 2014. Potentially eligible study subjects were screened for exclusions

to participation that include a history of specific pregnancy complications, such as threatened abortion, vaginal bleeding or severe abdominal pain (undiagnosed), diabetes, heart disease, liver disease diagnosed before pregnancy, high blood pressure, nephropathy, neuropathy and surgery during the current pregnancy. Other exclusion criteria included: (a) taking oral contraceptives less than three months before conception; (b) current pregnancy resulting from assistive reproductive technology and; (c) having a chronic medical condition under treatment, or a pregnancy complication, such as placenta previa. These analyses included a total of 180 study subjects that had completed their pregnancy and had completed the Food Frequency Questionnaire (FFQ).

Data collection

The PROTECT pregnancy follow up includes administering standard questionnaires at three specific gestational window, Visit 1 (16-20 weeks), Visit 2, (20-24 weeks), and Visit 3 (24-28 weeks). The questionnaires for visits 1 and 3 were administered during prenatal care visits at the clinic; visit 2 was conducted during a home visit. In addition, medical record data abstraction by trained personnel was conducted during all three gestational windows and for labor and delivery. The questions used in the PROTECT questionnaires were derived from previously field-tested surveys, the National Health Interview Survey, the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), and the Birth Defects Prevention Study. All three had Spanish versions that have been field-tested as well.

First Visit: This questionnaire obtained data on socio-demographic characteristics of the mother, such as years of maternal education and family annual income. For this study it was categorized as $< \$20,000$ or $\geq \$20,000$, based on the poverty index by size of family and number of related children < 18 years in 2012 in Puerto Rico.

Second Visit: A semi-quantitative FFQ was provided to the participants to be completed at home and to bring back during the third visit. Participants also completed other questionnaires for the main study.

Third Visit: The FFQ was collected and a third questionnaire on prenatal exposures and complications was administered. At this visit, key data abstracted from the medical record included hemoglobin and blood glucose levels.

Delivery and Postpartum: Data abstracted from the medical record included date of delivery and gestational age.

Pregnancy-related measurements

Anemia: Anemia was defined as hemoglobin level < 11 g/dL, following the World Health Organization criteria, and based on maternal hemoglobin levels obtained at 16-20 weeks of pregnancy (2).

Glucose metabolism: Results from the glucose challenge test (GCT) and fasting glucose tolerance test (FBS) were taken from medical records, which are routinely measured at 24-28 weeks of gestation to identify women who may have gestational diabetes. GCT was categorized as adequate levels (< 140 mg/dL) or high levels (> 140 mg/dL) and FBS as adequate levels (< 95 mg/dL) or high levels (> 95 mg/dL).

Blood pressure levels: these were taken from the medical record in the last routine prenatal visit. High systolic blood pressure was defined as > 140 mmHg and high diastolic blood pressure as > 90 mmHg.

Gestational Age: Pre-term birth was defined as a gestational age less than 37 weeks (5). In the 80% of subjects with a sonogram prior to 20 weeks, the gestational age was based on the sonogram, for the remainder, gestational age was based on the reported last menstrual period. These data were obtained from the medical records abstraction.

Food Frequency Questionnaire (FFQ):

A semi-quantitative FFQ to assess the dietary patterns was given to participants in the second visit to complete at home and bring back at the third visit. This FFQ was validated for its use in Puerto Ricans adults living in Puerto Rico (20). It was modified and adapted from the original FFQ developed for Puerto Ricans living in Boston, Massachusetts (21). The data obtained were the summary questions of the following food groups and supplements: fruits, vegetables, fish, cereals, dairy products, red meat, sugar-sweetened beverages, calcium, iron, vitamin C and multivitamin containing folic acid, which were examined in this analysis.

Statistical Analysis

Univariate analysis was performed in terms of means and standard or percent deviation to describe the socio demographic factors (age, education and annual household income) and measures related to pregnancy (hemoglobin, fasting glucose, glucose 1

hour, blood pressure and gestational length).

To describe the dietary factors of the participants, the percentage frequency of consumption (daily, weekly or monthly) of the following food groups was used: fruits, vegetables, fish, meat, cereals, grains and starchy vegetables, rice, sweets, milk, coffee, juice 100% natural, fruit drinks, sweetened beverages and supplements use like calcium, iron, folic acid, multivitamins and vitamin C.

Continuous variables were categorized for use in bivariate statistical analysis. Bivariate analyses were performed to analyze the association between frequency of consumption of selected food groups and measures related to pregnancy. The chi-square of Pearson or Fisher's exact test was performed if any of the expected cell was less than 5 was used. The statistical program SPSS version 20 with a significance level of $p < 0.05$ was used.

RESULTS

Most participants in this analysis were 18-29 years old (64.6%), had completed a high school degree (83.8%) and had an annual income below \$20,000 per family (65.0%; Table 1). Low hemoglobin levels was present in 19.2%, high blood glucose levels was found in 21.1% using FBS and 24.6% using GCT, high blood pressure was found in 2.9% using systolic and 6.5% using diastolic as the reference method. Among all participants, 10.4% were born preterm (Table 1).

Most participants consumed fruits, starchy vegetables, grains, and milk weekly or more frequently, while most consumed vegetables, fish and meat monthly or rarely. Rice and desserts and sweets were consumed by most weekly or less frequently. Milk, coffee, 100% fruit juices and soft drinks were consumed by most weekly or more frequently, while fruit drinks were consumed by most with a daily frequency. Almost all of the participants used multivitamins, while the use of calcium, iron, folic acid and vitamin C individually was very low (Figure 1).

No significant associations were observed between any of the diet factors studied and hemoglobin levels (Table 2). No significant associations were observed between fruits, vegetables, meats, cereals, 100% fruit juices, fruit drinks and soft drinks with fasting glucose levels (Table 3). Women who consumed desserts and

TABLE 1. Characteristics of study participants (n=180)

Characteristic	Mean \pm SD or % (n)
Socio-demographics	
Age (y)	27.4 \pm 5.37
18-29	64.6% (n=115)
30-40	35.4% (n=63)
Education	
< High School	16.2% (n=29)
> High School	83.8% (n=150)
Family Income per year (\$)	
< 20,000	65.0% (n=117)
> 20,000	18.9% (n=34)
Pregnancy related measurements	
Hemoglobin levels (mg/dL)	
Low (< 11 mg/dL)	11.4 \pm 1.04
Adequate (> 11 mg/dL)	19.2% (n=34)
	80.8% (n=143)
Fasting Blood Glucose (mg/dL)	
Adequate (< 92 mg/dL)	84.8 \pm 13.6
High (> 92 mg/dL)	78.9 (n=60)
	21.1 (n=16)
1 Hour 50 g GCT¹ (mg/dL)	
Adequate (< 140 mg/dL)	121 \pm 28.9
High (> 140 mg/dL)	75.4 (n=132)
	24.6 (n=43)
Systolic Blood Pressure (mm Hg)	
Normal (< 140 mm Hg)	113 \pm 10.9
High (> 140 mm Hg)	97.1% (n=165)
	2.9% (n=5)
Diastolic Blood Pressure (mm Hg)	
Normal (< 90 mm Hg)	75.7 \pm 8.71
High (> 90 mm Hg)	93.5% (n=158)
	6.5% (n=11)
Gestational Length (weeks)	
Term (> 37 weeks)	39.0 \pm 2.07
Pre-term (< 37 weeks)	89.6 (n=147)
	10.4 (n=17)

¹ Glucose Challenge Test

sweets daily were more likely to be classified as having high fasting glucose levels (68.8%), compared to those women who consumed these foods less frequently (31.2%; $p=0.038$). Similarly, women who consumed rice daily were more likely to be classified as having high fasting glucose levels (73.3%) compared to those women who consumed these foods less frequently (26.7%; $p=0.023$). In the case of 1-hour GCT, women who consumed vegetables weekly or more frequently were more likely to have higher glucose levels (60.5%), compared to those who consumed vegetables monthly or less frequently (39.5%, $p=0.008$) (Table 3)

No significant associations were observed between the consumption of the foods studied and high systolic or diastolic blood pressure. Also, no associations were

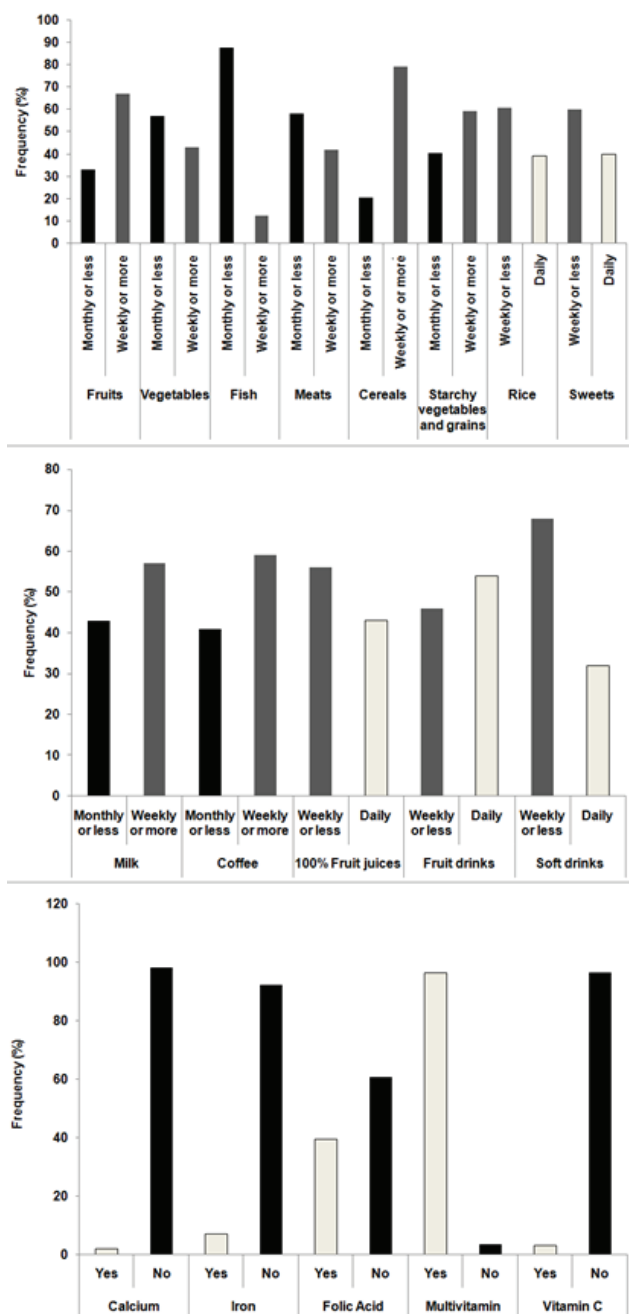


FIGURE 1: Frequency of consumption of diet factors and supplement use (%).

found between blood pressure and the frequency of consumption of the following foods: cereal, milk, 100% fruit juice and fruit beverage (data not shown). However, a marginally significant association was observed with consumption of meats, whereas those who consumed meats monthly or less frequently were more likely to have higher systolic blood pressure (53.3%), compared to those who consumed meats

TABLE 2. Association between frequency of consumption of certain food groups and supplements use with hemoglobin levels.

Food Groups	Frequency	Hemoglobin levels		P value*
		Low (<11mg/d)	Normal (>11mg/d)	
Vegetables	Monthly or less	62.5% (n=20)	55.4% (n=77)	0.299
	Weekly or more	37.5% (n=12)	44.6% (n=62)	
	Total	100% (n=32)	100% (n=139)	
Starchy vegetables and grains	Monthly or less	38.7% (n=12)	40.4% (n=57)	0.514
	Weekly or more	61.3% (n=19)	59.6% (n=84)	
	Total	100% (n=31)	100% (n=141)	
Milk	Monthly or less	47.1% (n=16)	41.8% (n=59)	0.358
	Weekly or more	52.9% (n=18)	58.2% (n=82)	
	Total	100% (n=34)	100% (n=141)	
Fish	Monthly or less	91.2% (n=31)	86.5% (n=122)	0.342
	Weekly or more	8.8% (n=3)	13.5% (n=19)	
	Total	100% (n=34)	100% (n=141)	
Meats	Monthly or less	56.2% (n=18)	58.4% (n=80)	0.488
	Weekly or more	43.8% (n=14)	41.6% (n=57)	
	Total	100% (n=32)	100% (n=137)	
Iron	No	16.9% (n=26)	83.1% (n=128)	0.785
	Yes	33.3% (n=4)	66.7% (n=8)	
	Total	100% (n=30)	100% (n=136)	
Vitamin C	No	17.5% (n=28)	82.5% (n=132)	0.785
	Yes	40.0% (n=2)	60.0% (n=3)	
	Total	100% (n=30)	100% (n=135)	

*Chi square is significant at the 0.05 level

more frequently (46.7%; p=0.064). In addition, those who consumed vegetables monthly or less frequently were more likely to have high diastolic blood pressure levels (81.8%), compared to those who consumed

TABLE 3. Association between diet factors with glucose metabolism.

Food Groups	Frequency	Glucose Metabolism Fasting Blood Sugar		P value*
		Normal (< 92 mg/dL)	High (> 92 mg/dL)	
Fruits	Monthly or less	35.0% (n=21)	18.8% (n=3)	0.257
	Weekly or more	65.0% (n=39)	81.2% (n=13)	
	Total	100% (n=60)	100% (n=16)	
Vegetables	Monthly or less	56.9% (n=33)	43.8% (n=7)	0.506
	Weekly or more	43.1% (n=25)	56.2% (n=9)	
	Total	100% (n=58)	100% (n=16)	
Meats	Monthly or less	56.1% (n=32)	53.3% (n=8)	0.536
	Weekly or more	43.9% (n=25)	46.7% (n=7)	
	Total	100% (n=57)	100% (n=15)	
Cereal	Monthly or less	21.7% (n=13)	25.0% (n=4)	0.506
	Weekly or more	78.3% (n=47)	75.0% (n=12)	
	Total	100% (n=60)	100% (n=16)	
Desserts & Sweets	Weekly or less	60.0% (n=36)	31.2% (n=5)	*0.038
	Daily	40.0% (n=24)	68.8% (n=11)	
	Total	100% (n=60)	100% (n=16)	
Rice	Weekly or less	59.6% (n=34)	26.7% (n=4)	*0.023
	Daily	26.9% (n=23)	73.3% (n=11)	
	Total	100% (n=57)	100% (n=15)	
100% Fruit juices	Weekly or less	48.3% (n=29)	50.0% (n=8)	0.564
	Daily	51.7% (n=31)	50.0% (n=8)	
	Total	100% (n=60)	100% (n=16)	
Fruit drinks	Weekly or less	69.5% (n=41)	68.8% (n=11)	0.589
	Daily	30.5% (n=18)	31.2% (n=5)	
	Total	100% (n=59)	100% (n=16)	
Soft drinks	Weekly or less	85.0% (n=51)	93.8% (n=15)	0.327
	Daily	15.0% (n=9)	6.2% (n=1)	
	Total	100% (n=60)	100% (n=16)	
		DM screen 1 hour (GCT)		
		Normal (< 140 mg/dL)	High (> 140mg/dL)	
Fruits	Monthly or less	35.4% (n=46)	27.9% (n=12)	0.368
	Weekly or more	64.6% (n=84)	72.1% (n=31)	
	Total	100% (n=130)	100% (n=43)	
Vegetables	Monthly or less	62.7% (n=79)	39.5% (n=17)	*0.008
	Weekly or more	37.3% (n=47)	60.5% (n=26)	
	Total	100% (n=126)	100% (n=43)	
Meats	Monthly or less	61.9% (n=78)	51.2% (n=21)	0.226
	Weekly or more	38.1% (n=48)	48.8% (n=20)	
	Total	100% (n=126)	100% (n=41)	
Cereals	Monthly or less	21.2% (n=28)	16.3% (n=7)	0.482
	Weekly or more	78.8% (n=104)	83.7% (n=36)	
	Total	100% (n=132)	100% (n=43)	
Desserts & Sweets	Weekly or less	59.1% (n=78)	62.8% (n=27)	0.667
	Daily	40.9% (n=54)	37.2% (n=16)	
	Total	100% (n=132)	100% (n=43)	
Rice	Weekly or less	64.6% (n=82)	50.0% (n=21)	0.093
	Daily	35.4% (n=45)	50.0% (n=21)	
	Total	100% (n=127)	100% (n=42)	
100% Fruit juice	Weekly or less	55.0% (n=72)	51.2% (n=22)	0.664
	Daily	45.0% (n=59)	48.8% (n=21)	
	Total	100% (n=131)	100% (n=43)	
Fruit drinks	Weekly or less	75.4% (n=98)	73.8% (n=31)	0.838
	Daily	24.6% (n=32)	26.2% (n=11)	
	Total	100% (n=130)	100% (n=42)	
Soft drinks	Weekly or less	87.5% (n=147)	80.0% (n=4)	0.805
	Daily	12.5% (n=21)	20.0% (n=1)	
	Total	100% (n=168)	100% (n=5)	

*Chi square is significant at the 0.05 level

vegetables more frequently (18.2%, $p=0.060$) (Table 4). No significant associations were observed between the diet factors studied and gestational age (Table 5).

TABLE 4. Association between diet factors with blood pressure.

Food Groups	Frequency	Blood pressure		P value
		Systolic blood pressure		
		Normal (< 140 mmHg)	High (> 140 mmHg)	
Fruits	Monthly or less	32.5% (n=53)	40.0% (n=2)	0.529
	Weekly or more	67.5% (n=110)	60.0% (n=3)	
	Total	100% (n=163)	100% (n=5)	
Vegetables	Monthly or less	55.3% (n=88)	60.0% (n=3)	0.603
	Weekly or more	44.7% (n=71)	40.0% (n=2)	
	Total	100% (n=159)	100% (n=5)	
Meats	Monthly or less	56.1% (n=32)	53.3% (n=8)	0.064
	Weekly or more	43.9% (n=25)	46.7% (n=7)	
	Total	100% (n=57)	100% (n=15)	
Fish	Monthly or less	86.5% (n=141)	100.0% (n=5)	0.491
	Weekly or more	13.5% (n=22)	0.0% (n=0)	
	Total	100% (n=163)	100% (n=5)	
Soft drinks	Weekly or less	87.1% (n=142)	100.0% (n=5)	0.508
	Daily	12.9% (n=21)	0.0% (n=0)	
	Total	100% (n=163)	100% (n=5)	
Multivitamin	No	100.0% (n=6)	0.0% (n=0)	0.828
	Yes	96.8% (n=153)	3.2% (n=5)	
	Total	100% (n=159)	100% (n=5)	
Folic Acid	No	95.0% (n=95)	100.0% (n=5)	0.081
	Yes	100.0% (n=64)	0.0% (n=0)	
	Total	100% (n=159)	100% (n=5)	
Calcium	No	96.9% (n=155)	3.1% (n=5)	0.910
	Yes	100.0% (n=3)	0.0% (n=0)	
	Total	100% (n=158)	100% (n=5)	
		Diastolic blood pressure		
		Normal (< 90 mmHg)	High (> 90 mmHg)	
Fruits	Monthly or less	32.7% (n=51)	27.3% (n=3)	0.499
	Weekly or more	67.3% (n=105)	72.7% (n=8)	
	Total	100% (n=156)	100% (n=11)	
Vegetables	Monthly or less	53.3% (n=81)	81.8% (n=9)	0.06
	Weekly or more	46.7% (n=71)	18.2% (n=2)	
	Total	100% (n=152)	100% (n=11)	
Meats	Monthly or less	56.3% (n=85)	81.8% (n=9)	0.087
	Weekly or more	43.7% (n=66)	18.2% (n=2)	
	Total	100% (n=151)	100% (n=11)	
Fish	Monthly or less	85.9% (n=134)	100.0% (n=11)	0.201
	Weekly or more	14.1% (n=22)	0.0% (n=0)	
	Total	100% (n=156)	100% (n=11)	
Soft drinks	Weekly or less	76.1% (n=118)	81.8% (n=9)	0.499
	Daily	23.9% (n=37)	18.2% (n=2)	
	Total	100% (n=155)	100% (n=11)	
Multivitamin supplements	No	100.0% (n=6)	0.0% (n=0)	0.653
	Yes	93.0% (n=146)	7.0% (n=11)	
	Total	100% (n=152)	100% (n=11)	
Folic Acid supplements	No	92.9% (n=92)	7.1% (n=7)	0.554
	Yes	93.8% (n=60)	6.2% (n=4)	
	Total	100% (n=152)	100% (n=11)	
Calcium supplements	No	93.1% (n=148)	6.9% (n=11)	0.809
	Yes	100.0% (n=3)	0.0% (n=0)	
	Total	100% (n=151)	100% (n=11)	

*Chi square is significant at the 0.05 level

TABLE 5. Association between diet factors with gestational age

Food Groups	Frequency	Gestational Age		P value*
		Pre-term (< 37 weeks)	Term (> 37 weeks)	
Fish	Monthly or less	88.2% (n=15)	87.0% (n=127)	0.621
	Weekly or more	11.8% (n=2)	13.0% (n=19)	
	Total	100% (n=17)	100% (n=146)	
Coffee	Monthly or less	70.6% (n=12)	63.5% (n=87)	0.387
	Weekly or more	29.4% (n=5)	36.5% (n=50)	
	Total	100% (n=17)	100% (n=137)	
100% Fruit juices	Monthly or less	64.7% (n=11)	54.1% (n=79)	0.285
	Weekly or more	35.3% (n=6)	45.9% (n=67)	
	Total	100% (n=17)	100% (n=146)	
Fruit drinks	Monthly or less	88.2% (n=15)	76.4% (n=110)	0.217
	Weekly or more	11.8% (n=2)	23.6% (n=34)	
	Total	100% (n=17)	100% (n=144)	
Soft drinks	Monthly or less	100.0% (n=17)	85.5% (n=124)	0.082
	Weekly or more	0.0% (n=0)	14.5% (n=21)	
	Total	100% (n=17)	100% (n=145)	
Calcium	No	9.2% (n=14)	90.8% (n=138)	0.265
	Yes	33.3% (n=1)	66.7% (n=2)	
	Total	100% (n=15)	100% (n=140)	

*Chi square is significant at the 0.05 level

DISCUSSION

These analyses showed that daily consumption of desserts, sweets, and rice, were associated with higher fasting glucose levels, while consumption of vegetables weekly or more frequently was associated with higher 1-hour GCT levels, but no significant associations were detected between the diet factors studied and hemoglobin, blood pressure or gestational age in this group of pregnant women.

Only a small percent of the sample had low hemoglobin levels, which was lower compared to a PNSS report in 2009 (6), in which 41% had anemia (low hemoglobin levels). On the contrary, we found a higher prevalence of high glucose levels in the present sample compared to data from NHANES in Mexican-American women aged 20-39 years, which was 12.0% (22). High blood pressure levels in the present sample was also much lower compared to the report from the BRFSS in 2013 (7), in which 43.9% of women of 18 years and older reported to have high blood pressure levels. Similarly, pre-term birth was lower compared to data reported in Puerto Rican women, which have reported levels as high as 16.7% (9).

In this study, women who consumed desserts, sweets and rice daily were more likely to be classified as having high fasting blood glucose levels. This can

be explained by the high glycemic index (GI) values of these foods. The GI relates to how much a food raises blood sugar. Consumption of white rice as a staple food is a risk factor for developing diabetes and metabolic syndrome in adults from Puerto Rico (23). These results are consistent with studies in Asian pregnant women (24) and in Hispanic women (25), in which consumption of high-energy group foods, such as carbohydrates and energy-dense snacks was a risk factor for the development of GDM. In addition, a study in a group of Hispanic pregnant women with GDM that received an intervention diet to limit energy intake and increase consumption of complex carbohydrates and low GI foods for 4 months, found that consumption of low glycemic foods could help to control glucose levels in plasma as well as GDM (10). We also found that women who consumed vegetables weekly or more frequently were more likely to be classified as having high levels of 1-hour oral glucose challenge test. These results are not consistent with other studies (26). A possible explanation is that most of the vegetables consumed by participants were lettuce, tomato, onion and corn. Some of these vegetables have more sugar and less fiber, and therefore, a higher GI compared to other vegetables with lower GI and higher fiber content. For example, sweet corn has a mean GI of about 60. In addition,

in individuals with type 1 diabetic, consumption of lettuce and tomatoes did not improve blood sugar levels compared to other high fiber vegetables, such as broccoli, artichokes and mushrooms (27). More research is needed to differentiate the type of vegetables consumed and cooking methods in these associations.

We did not find an association between consumption of vegetables, starchy vegetables and grains, milk, fish, meat and supplements use, such as iron and vitamin C, with hemoglobin levels. Other studies have found that the consumption of fish and lean red meats were inversely associated with the development of anemia (28), as well iron and vitamin C supplementation (19). In addition, we did not find an association between consumption of fruits, cereal, meats, fish, milk, sugar sweetened beverages and use of multivitamins and folic acid supplements with blood pressure levels. On the contrary, other studies have found that a higher consumption of cereals (4), sugar-sweetened beverages (13), and red meats (12) are directly associated with higher blood pressure levels, while consumption of fruits and vegetables (12), fish (29) and folic acid and multivitamin use (15) are inversely associated with higher blood pressure levels. A recent study in 191 Brazilian pregnant women, in which three major dietary patterns were found in the sample (healthy, processed or typical), no associations were found with any of the patterns and blood pressure during pregnancy but those consuming less processed foods had lower systolic blood pressure post-partum (30). However, in the present study, a marginal significant association ($p=0.060$) was observed in that those consuming vegetables less frequently were more likely to have higher diastolic blood pressure levels. These findings are consistent with other studies (12).

With respect to gestational age, we did not find significant associations with the consumption of fish, coffee, sugar-sweetened beverages and calcium supplementation and this variable. Other studies have found that consumption of fish (16) and calcium supplementation (14) are associated with longer gestational period and reduction in the risk of pre-term birth, while consumption of coffee (17) and artificial sweetened beverages (18) are associated with pre-term delivery.

A possible explanation for the lack of associations between the frequency of consumption of these food groups and some of the pregnancy related complications measured in this study is that participants may have sub-reported food consumption in the questionnaire as it was self-administered. Also, the questionnaire did not allow distinguishing if the food was fresh or frozen, or which type of cooking method was used, which was a limitation of this study. In addition, many women did not complete the FFQ. Furthermore, most participants were healthy, so the number of participants experiencing any abnormal levels in the outcomes studied was rather low. Also, the use of a convenience sample and the cross-sectional design of our study does not allow us to infer causality or to generalize our findings to other groups of pregnant women.

In conclusion, high consumption of rice and desserts and sweets, which are high glycemic foods, were associated with higher blood glucose levels. In this Hispanic population, white rice is a main staple of the diet. Therefore, interventions in Puerto Rico should target reducing white rice consumption, as well as desserts and sweets, during pregnancy for controlling blood glucose levels. With simply exchanging refined carbohydrates with their whole grain version, which are lower in their glycemic index and higher in their fiber content, many pregnant women could maintain blood sugar at optimal levels, which could potentially help reduce development of GDM. However, more studies are needed to confirm these results.

Funding source: Supported by award P42ES017198-01A1 (Superfund Research for the National Institute of Environmental Health Sciences) and in part by awards G12RR03051 (RCMI Clinical Research Center), 5G12-MD007600 (Center for Collaborative Research in Health Disparities), and U54MD007587 (Puerto Rico Clinical and Translational Research Consortium) from the Institute on Minority Health and Health Disparities, National Institutes of Health

REFERENCES

1. Grieger JA, Grzeskowiak LE, Clifton VL. Preconception Dietary Patterns in Human Pregnancies Are Associated with Preterm Delivery. *J Nutr* 2014; 144:1075-80.

2. DeBenoist B, Mc Lean E, Egli E, Cogswell M. Worldwide prevalence of anaemia 2003-2005. Geneva: World Health Organization; 2008.
3. Gestational Diabetes [Internet]; 2014. Available from: <http://www.idf.org/gestational-diabetes>.
4. Reyes L, Garcia R, Ruiz S, Dehghan M, López-Jaramillo P. Nutritional status among women with pre-eclampsia and healthy pregnant and non-pregnant women in a Latin American country. *Journal of Obstetrics & Gynaecology Research* 2012;38:498-504.
5. Blencowe H, Cousens S, Oestergaard MZ, Chou D, Moller AB, Narwal R, et al. National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: a systematic analysis and implications. *Lancet* 2012; 379:2162-72.
6. Reinold C, Dalenius K, Brindley P, Smith B, Grummer-Strawn L. Pregnancy Nutrition Surveillance System. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention; 2011.
7. Prevalence and trends data [Internet]: United States Department of Health and Human Services; 2013 [cited November 13, 2014]. Available from: <http://apps.nccd.cdc.gov/brfss/sex.asp?cat=HA&yr=2011&qkey=8051&state=PR>.
8. DeSisto CL, Kim SY, Sharma AJ. Prevalence Estimates of Gestational Diabetes Mellitus in the United States, Pregnancy Risk Assessment Monitoring System (PRAMS), 2007–2010. *Prev Chronic Dis* 2014;11:130415.
9. Martin JA, Hamilton BE, Osterman MJ, Curtin SC, Mathews TJ. Births: Final Data for 2012. *National Vital Statistics Report*; 2013. Report No. 9.
10. Monroy Torres R, Reeves Aguirre CC, Naves Sanchez J, Macias AE. Influence of an individualized diet to control gestational diabetes mellitus. *Ginecol Obstet Mex* 2008; 76:722-9.
11. Afaghi A, Ghanei L, Ziaee A. Effect of low glycemic load diet with and without wheat bran on glucose control in gestational diabetes mellitus: A randomized trial. *Indian J Endocrinol Metab* 2013;17:689-92.
12. Brantsaeter AL, Haugen M, Samuelsen SO, Torjusen H, Trogstad L, Alexander J, et al. A dietary pattern characterized by high intake of vegetables, fruits, and vegetable oils is associated with reduced risk of preeclampsia in nulliparous pregnant Norwegian women. *J Nutr* 2009;139:1162-8.
13. Borgen I, Aamodt G, Harsem N, Haugen M, Meltzer HM, Brantsaeter AL. Maternal sugar consumption and risk of preeclampsia in nulliparous Norwegian women. *Eur J Clin Nutr* 2012;66:920-5.
14. Imdad A, Bhutta ZA. Effects of calcium supplementation during pregnancy on maternal, fetal and birth outcomes. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2012; 26:s138-s152.
15. Wen SW, Chen X, Rodger M, Rennicks White R, Yang Q, Smith GN, et al. Folic acid supplementation in early second trimester and the risk of preeclampsia. *Obstet Gynecol* 2008;198:45.e1,45.e7.
16. Larque E, Gil-Sanchez A, Prieto-Sanchez MT, Koletzko B. Omega 3 fatty acids, gestation and pregnancy outcomes. *Br J Nutr* 2012; 107:s77-s84.
17. Eskenazi B, Stapleton AL, Kharrazi M, Chee WY. Associations between maternal decaffeinated and caffeinated coffee consumption and fetal growth and gestational duration. *Epidemiology* 1999;10:242-9.
18. Englund-Ogge L, Brantsaeter AL, Haugen M, Sengpiel V, Khatibi A, Myhre R, et al. Association between intake of artificially sweetened and sugar-sweetened beverages and preterm delivery: a large prospective cohort study. *Am J Clin Nutr* 2012; 96:552-9.
19. Nagata JM, Gatti LR, Barg FK. Social determinants of iron supplementation among women of reproductive age: a systematic review of qualitative data. *Matern Child Nutr* 2012;8:1-18.
20. Palacios C, Trak M, Betancourt J, Joshipura K, Tucker K. Validation and reproducibility of a semi-quantitative food frequency questionnaire for use in the Puerto Rican population. *Public Health Nutrition* 2015. Published online: 27 January 2015. <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980014003218>.
21. Tucker KL, Bianchi LA, Maras J, Bermudez OI. Adaptation of a food frequency questionnaire to assess diets of Puerto Rican and non-Hispanic adults. *Am J Epidemiol* 1998;148:507-18.
22. Cowie CC, Rust KF, Byrd-Holt DD, Eberhardt MS, Flegal KM, Engelgau MM, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in adults in the U.S. population: National Health And Nutrition Examination Survey 1999-2002. *Diabetes Care* 2006;29:1263-8.
23. Noel SE, Newby PK, Ordovas JM, Tucker KL. A traditional rice and beans pattern is associated with metabolic syndrome in Puerto Rican older adults. *J Nutr* 2009;139:1360-7.
24. Park S, Kim M, Baik SH, Woo J, Kwon YJ, Daily JW, et al. Gestational diabetes is associated with high energy and saturated fat intakes and with low plasma visfatin and adiponectin levels independent of prepregnancy BMI. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67:196-201.
25. Tovar A, Must A, Bermudez OI, Hyatt RR, Chasan-Taber L. The impact of gestational weight gain and diet on abnormal glucose tolerance during pregnancy in

- Hispanic women. *Matern Child Health J* 2009;13:520-30.
26. Barger MK. Maternal Nutrition and Perinatal Outcomes. *The Journal of Midwifery & Women's Health* 2010;55:502-11.
 27. Giacco R, Parillo M, Rivellese AA, Lasorella G, Giacco A, D'Episcopo L, et al. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care* 2000;23:1461-6.
 28. Navas-Carretero S, Perez-Granados AM, Schoppen S, Sarria B, Carbajal A, Vaquero MP. Iron status biomarkers in iron deficient women consuming oily fish versus red meat diet. *J Physiol Biochem* 2009;65:165-74.
 29. Oken E, Ning Y, Rifas-Shiman SL, Rich-Edwards JW, Olsen SF, Gillman MW. Diet during pregnancy and risk of preeclampsia or gestational hypertension. *Ann Epidemiol* 2007; 17:663-8.
 30. Eshriqui I, Vilela AAF, Rebelo F, Farias DR, Castro MBT, Kac G. Gestational dietary patterns are not associated with blood pressure changes during pregnancy and early postpartum in a Brazilian prospective cohort. *Eur J Nutr* 2014; Dec 20 [Epub ahead of print].

Recibido: 14-11-2014
Aceptado: 28-02-2015

Estudio sobre las características de la alimentación de los adolescentes uruguayos

Alfonsina Ortiz, Isabel Pereyra

Departamento de Nutrición, Universidad Católica del Uruguay. Montevideo, Uruguay.

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue caracterizar la alimentación de los adolescentes uruguayos y los aspectos sociodemográficos que influyen en la misma. Los datos provienen de la Encuesta Nacional de Adolescencia y Juventud del año 2008 la cual trabajó con 2.943 casos, muestra representativa del total de adolescentes del Uruguay. Las características de la alimentación estudiadas fueron: consumo de frutas y verduras, bebidas azucaradas tipo cola, comidas rápidas, agregado de sal a las comidas servidas en la mesa y tiempos de comida compartidos con alguno de sus padres. Estas variables también se estudiaron de forma agregada para determinar un patrón de comportamiento alimentario. Se obtuvo que 89% de los adolescentes no alcanzó la recomendación de 5 porciones de frutas y verduras al día, 50% consumió diariamente bebidas azucaradas, 24% ingirió comidas rápidas 2 o más veces por semana y 13% agregó sal a todas las preparaciones. También se encontró que 31% no compartió diariamente tiempos de comida con sus padres. Al agregar las variables estudiadas, se observó que 58% se alimentó inadecuadamente, existiendo un mayor riesgo entre los adolescentes de mayor edad ($p < 0,01$), quienes presentaban mayores ingresos familiares ($p < 0,05$) y aquellos que residían en el interior del país ($p < 0,05$). Se concluye que la alimentación de los adolescentes se caracterizó por la escasa ingesta de frutas y verduras, el frecuente consumo de bebidas azucaradas tipo cola, de comidas rápidas y agregado de sal a las comidas servidas, lo que la definió como inadecuada. Esto se observó principalmente entre adolescentes de mayor edad, mejor situación económica y residentes en el interior del país.

Palabras clave: Adolescencia, alimentación, conducta alimentaria, Uruguay.

SUMMARY. Study of food characteristics of Uruguayan adolescents. The aim of this study was to characterize the diet of Uruguayan adolescents and demographic aspects that influence it. The data come from the National Survey of Adolescents and Youth in 2008 which worked with 2,943 cases, representative sample of all adolescents in Uruguay. The characteristics of feeding studied were: consumption of fruits and vegetables, soft drinks, fast food, added salt to meals served at the table and meal times shared with a parent. These variables were also studied in aggregate to determine a pattern of eating behavior. It was found that 89% of adolescents did not meet the recommendation of 5 servings of fruits and vegetables a day, 50% consumed daily soft drinks, fast foods ingested 24% 2 or more times per week and 13% added salt at all preparations. We also found that 31% did not share mealtimes with parents daily. By adding the variables studied, we observed that 58% were inadequately fed, and is higher among older adolescents ($p < 0.01$), who had higher household income ($p < 0.05$) and those who were not residing in the capital ($p < 0.05$). It is concluded that feeding adolescents was characterized by inadequate intake of fruit and vegetables, frequent consumption of soft drinks, fast food and adding salt to served meals, which defined it as inadequate. This was mainly observed in older adolescents, better economic situation and residents within the country..

Key words: Adolescence, food, eating behavior, Uruguay.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia es una etapa crucial de la vida que implica múltiples cambios biológicos, sociales, cognitivos y psicológicos cargados de incertidumbres, anhelos y esperanzas. Por ser un proceso en permanente construcción y reconstrucción desde diferentes perspectivas, es objeto de debate intra e

interdisciplinar (1,2). La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1979, la define como el período de la vida que transcurre entre los 10 y 19 años y la divide en adolescencia temprana de 10 a 14 años y tardía entre los 15 y los 19 años. Esta clasificación responde a la necesidad de identificar grupos de edad para la investigación epidemiológica y la programación de

los servicios sociales y de salud (1).

Si bien es un período crítico para el desarrollo del comportamiento en salud y del estilo de vida, en Uruguay donde los adolescentes representan casi el 16% de la población, constituyen un grupo escasamente investigado desde el punto de vista de salud pública (3). En el año 2008 se realizó la Encuesta Nacional de Adolescencia y Juventud (ENAJ), a cargo de instituciones gubernamentales, la cual recabó información sobre alimentación, salud, educación, tiempo libre entre otros aspectos; de una muestra representativa de adolescentes y jóvenes del Uruguay. Se trabajó con esta encuesta ya que hasta el momento no existe otra de similar envergadura. El objetivo del presente estudio fue caracterizar la alimentación de los adolescentes uruguayos y los aspectos sociodemográficos que influyen en la misma, con la finalidad de contar con un diagnóstico de la situación alimentario nutricional de esta población. Los resultados del presente estudio podrían contribuir en la toma de decisiones a la hora del diseño e implementación de políticas alimentario nutricionales dirigidas a este grupo etario

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo transversal y descriptivo con componente analítico. Para su realización se utilizó una base de datos secundaria proveniente de la ENAJ del año 2008, publicada en el año 2010. Esta encuesta trabajó con una muestra probabilística, estratificada y por conglomerados con representatividad nacional y regional, de adolescentes y jóvenes de entre 12 y 29 años (4). Resulta preciso aclarar que hasta el momento no se cuenta con otra encuesta de similares características.

La ENAJ se realizó bajo la responsabilidad del Programa Infamilia del Ministerio de Desarrollo Social y el relevamiento, la codificación y digitación de los datos estuvo a cargo del Instituto Nacional de Estadística (INE).(5). La encuesta incluyó módulos temáticos sobre: aspectos demográficos, educación, migración, trabajo, participación, salud, alimentación, relaciones afectivas y sexualidad, conflictos con la ley, tiempo libre e intereses, contando con un total de 162 preguntas cerradas, codificadas y fue aplicada por encuestadores del INE directamente en los hogares de los adolescentes.

El presente estudio se centró en evaluar las características de la alimentación de la población adolescente (entre 12 y 19 años), siendo un total de 2.493 casos. Para ello se estudió el consumo diario de frutas y verduras, bebidas azucaradas tipo cola, consumo semanal de comidas rápidas y agregado de sal a la comida servida en la mesa. A fin de construir un patrón de comportamiento alimentario estas variables fueron dicotomizadas, considerando como inadecuado: el consumo de frutas y verduras menor a 5 veces al día, la ingesta diaria de bebidas cola, el consumo de comidas rápidas superior a 1 vez a la semana y el agregado de sal al plato servido “siempre, sin probar”. Si el adolescente declaraba presentar 2 o más comportamientos alimentarios inadecuados, este equipo investigador decidió considerar la alimentación como inadecuada. También se evaluó si el adolescente compartía tiempos de comida (desayuno, almuerzo, merienda y/o cena) con alguno de sus padres.

Asimismo, se estudiaron variables sociodemográficas como: sexo, edad, lugar de residencia, ocupación, educación materna e ingresos familiares. La variable edad se dicotomizó en los tramos adolescencia temprana (12-14 años) y tardía (15-19 años); el lugar de residencia se clasificó en capital e interior (resto del país); la ocupación se consideró como: estudia, trabaja, estudia y trabaja o ni estudia ni trabaja (desafiliados institucionales); la variable educación materna se dividió en tres segmentos: baja (<9 años), media (9-12 años) y alta (>12 años) y los ingresos familiares per cápita se estudiaron por terciles.

Estadística

Los datos fueron procesados con el programa SPSS, versión 14. En la aplicación de los test estadísticos se consideró significativo un valor de $p < 0,05$. Inicialmente se realizó un análisis descriptivo para precisar el comportamiento de las variables e identificar valores atípicos. Para evaluar normalidad se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov. Para la descripción de las variables cuantitativas con distribución normal se utilizaron promedios y desviación estándar (DE). Aquellas que no presentaban una distribución normal se describieron a través de la mediana y recorrido intercuartílico (RIC). En las variables nominales y ordinales se utilizaron distribuciones de frecuencia. Las correlaciones fueron estudiadas a través del coeficiente de correlación ordinal de Spearman.

RESULTADOS

La población de estudio estuvo conformada por 2.493 adolescentes. La Tabla 1 muestra las características sociodemográficas de los adolescentes y sus familias. El promedio de edad fue de 15,1 años ($\pm 2,28$ DE), 51% pertenecía al género masculino y 59% residía en el interior del país. En relación a la ocupación, 72% de los adolescentes estudiaba al momento de la encuesta, 10% trabajaba, 4% estudiaba y trabajaba y el restante 14% no estudiaba ni trabajaba (desafiliados institucionales). Teniendo en cuenta las características familiares, el promedio de integrantes del hogar fue de 3,2 personas ($\pm 0,88$ DE), el 91% de los hogares contaba con la presencia de al menos uno de los padres y el nivel educativo de la madre fue bajo en el 45% de los casos. La mediana de ingresos familiares mensuales per cápita fue de U\$S285 (RIC U\$S271). A fin de comparar este monto con la situación económica del país al momento de la encuesta, el valor de la línea de pobreza estaba fijada en U\$S 277 para Montevideo y U\$S 168 para el interior urbano.

Considerando el comportamiento alimentario en general, el 58% de los adolescentes se alimentaba inadecuadamente. Este comportamiento mostró

relación con las variables edad, lugar de residencia y tercil de ingresos familiares, existiendo un mayor riesgo entre adolescentes tardíos ($p < 0,01$), residentes del interior del país ($p < 0,05$) y quienes presentaban ingresos familiares medios y altos ($p < 0,05$) (Tabla 2).

Al desagregar esta variable en sus componentes, se observó que el 89% consumió menos de 5 veces frutas y verduras al día, casi 50% ingirió diariamente bebidas azucaradas tipo cola, 24% eligió comidas rápidas 2 o más veces por semana y 13% siempre agregó sal a las preparaciones luego de servidas a la mesa. El consumo de frutas presentó una mediana de 1 vez al día, al igual que el de verduras (Tabla 3). Se encontraron adolescentes que no consumían frutas o verduras en forma diaria (38% y 27% respectivamente). Al estudiar el grupo frutas y verduras en conjunto se observó que únicamente en el 11% de la población estos alimentos estaban presentes 5 o más veces al día. Los adolescentes de medianos y altos ingresos fueron quienes las consumían con menor frecuencia ($p < 0,05$) (Tabla 2).

Teniendo en cuenta el consumo de bebidas azucaradas tipo cola, casi 50% de la población declaró realizarlo en forma diaria; la mitad de éstos

TABLA 1. Características socio-demográficas de la población.

		Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	Media (DE)*	Mediana (RIC)‡
Sexo	Masculino	1.266	50,8		
	Femenino	1.227	49,2		
Edad				15,1 ($\pm 2,28$)	
Tramo etario	(12-14años)	970	38,9		
	(15-19años)	1.523	61,1		
Residencia	Montevideo	1.017	40,8		
	Interior	1.476	59,2		
Estudia		1805	72,2		
Trabaja		247	9,6		
Estudia y Trabaja		102	4,0		
No estudia ni trabaja			359	14,2	
Número de integrantes hogar				3,17 ($\pm 0,88$)	
Ingresos familiares per cápita (U\$S)					285 (271)
Al menos uno de los padres en el hogar		2.264	90,8		
Educación materna	Baja (< 9 años)	1.115	44,7		
	Media-alta (≥ 9 años)	1378	55,3		

*DE: Desvío Estandar

‡RIC: Rango Intercuartílico

TABLA 2. Distribución porcentual de la población según el comportamiento alimentario de los adolescentes y su asociación con variables del adolescente y del entorno.

Comportamiento Alimentario	Total	Sexo		Tramo etario		Desaf. institucional		Lugar de Residencia		Tercil de ingresos			Educación materna	
		M	F	1°	2°	Si	No	Mdeo	Int	1°	2°- 3°	Baja	Med-alta	
Frutas y Verduras <5v/día	88,6	88,2	89,0	87,0	89,6	87,1	88,8	87,5	89,4	85,8	90,0*	87,4	89,5	
Bebidas azucaradas tipo cola $\geq 1v/$ día	49,8	51,0	48,6	48,6	50,6	50,0	49,8	48,5	50,8	46,5	51,5*	48,7	50,7	
Comidas rápidas $\geq 2v/sem$	24,1	24,6	23,5	17,3	28,5‡	23,4	24,2	22,6	25,2	21,4	25,5*	23,5	24,6	
Agregado de sal “siempre”	12,5	11,8	13,2	9,3	14,6‡	17,1	11,8‡	12,3	12,7	12,3	12,6	13,7	11,5	
Comidas con padres <7v/sem	31,0	32,4	33,6	21,1	40,7‡	46,3	30,8‡	31,9	33,7	32,9	33,0	35,5	31,0*	
Inadecuado	57,5	57,7	57,3	51,7	61,3‡	59,7	57,2	55,6	59,0*	54,3	59,1*	56,9	58,1	

* $p < 0,05$

‡ $p < 0,01$

las consumía 2 o más veces al día. La ingesta de estas bebidas fue mayor entre adolescentes de medianos y altos ingresos ($p < 0,05$) (Tabla 2).

Las comidas rápidas fueron consumidas semanalmente por 45% de la población. Casi un cuarto de los adolescentes las consumía de 2 o más veces por semana (Tabla 2). La frecuente ingesta de estos alimentos fue mayor entre adolescentes tardíos ($p < 0,01$) y de medianos y altos ingresos ($p < 0,05$) (Tabla 2).

El agregado de sal al plato ya servido lo realizaba “siempre” un 13% de la población, 44% agregaba si al

probarlo le resultaba insuficiente y el restante 43% no le agregaba nunca. El hábito de agregar sal “siempre” a las comidas mostró asociación significativa con la adolescencia tardía y la desafiación institucional ($p < 0,01$) (Tabla 2).

Por otra parte, se observó que 31% de los adolescentes compartía tiempos de comida con alguno de sus padres al menos de 1 vez en la semana. El hábito de no compartir frecuentemente comidas con alguno de sus padres resultó más común entre adolescentes tardíos ($p < 0,01$), desafiados institucionales ($p < 0,01$) e hijos de madres con bajo nivel educativo ($p < 0,05$) (Tabla 2).

Para establecer correlación entre el consumo de frutas y verduras y el de comidas rápidas se utilizó el test ordinal de Spearman, el cual mostró que no existe una correlación lineal ($r^2: -0,07$).

TABLA 3. Características del patrón alimentario de los adolescentes.

Frecuencia de consumo	Mediana (rango intercuartílico)
<i>Frecuencia diaria</i>	
Frutas	1 (2)
Verduras	1 (2)
Frutas y Verduras	2 (2)
Bebidas azucaradas t. cola	0 (2)
<i>Frecuencia semanal</i>	
Comida rápida	0 (1)
Comida por semana compartida con padres	7 (3)

DISCUSIÓN

La principal fortaleza de esta investigación radica en la robustez de la muestra, la cual fue seleccionada en forma aleatoria, estratificada y es representativa de la totalidad de adolescentes del Uruguay. Esta muestra no sólo incluye población escolarizada, como ocurre en la mayoría de los estudios que involucran adolescentes, sino que también abarca a aquellos desafiados institucionalmente, lo cual permite

conocer la realidad en salud de este grupo.

El inadecuado comportamiento alimentario, tal como se definió para la presente investigación, se asoció significativamente con la edad, el lugar de residencia y el tercil de ingresos familiares. En relación a la edad, la inadecuada alimentación se vio ligada a la adolescencia tardía, lo cual podría deberse a que estos adolescentes presentan una mayor autonomía para la toma de decisiones y muchas veces acceso a dinero para realizar la compra de sus alimentos, la cual se ve influenciada por los hábitos de sus pares y la publicidad, entre otros (6-8). Contrariamente a los hallazgos realizados en la última Encuesta de Gastos e Ingresos de Hogares (ENGIH) realizada en el año 2006, donde en los hogares de mayores ingresos la alimentación era relativamente más saludable en comparación con los de menores ingresos, en el presente estudio el comportamiento alimentario inadecuado presentó mayor prevalencia entre los adolescentes de familias con mayores ingresos (9).

En lo referente al consumo de frutas y verduras, la OMS recomienda 5 porciones diarias como estrategia para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) (15). Los resultados de este estudio muestran que únicamente 11% de los adolescentes cumplía con esta recomendación. Un comportamiento similar muestra nuestra población adulta, donde el 15% la cumple, según la Primer Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR) realizada en el año 2006 y teniendo en cuenta los resultados preliminares de la Segunda ENFR, este cumplimiento descendió 4 puntos porcentuales para el año 2013 (10,11). Sin embargo, los hallazgos obtenidos no coinciden con la II Encuesta Mundial de Salud Adolescente (GSHS), realizada en nuestro país en el año 2012, debido a que en ésta 24% declaró consumir las 5 porciones (12). La diferencia podría deberse a que la GSHS contempló únicamente adolescentes escolarizados y de una media de edad menor. Asimismo, se debe tener en cuenta que transcurrieron 4 años entre ambas encuestas, pudiendo inferir un cambio en los hábitos de esta población por acciones educativas implementadas, aunque no se visualiza claramente ya que no existieron emprendimientos a nivel nacional con este objetivo durante este período. Por otra parte, si se compara el consumo de frutas y verduras de nuestros adolescentes con los adolescentes paulistas, se observa que es levemente superior, ya que únicamente un 6% de estos adolescentes brasileños cumplen la

recomendación (12). Al asociar el consumo de frutas y verduras con el tercil de ingresos familiares, ocurre lo opuesto que en la ENGIH y que en el estudio de hábitos alimentarios de adolescentes paulistas, donde era más alto a mayor nivel de ingresos, mientras que en la presente investigación se obtuvo que a medida aumenta el tercil de ingresos, disminuye el consumo de frutas y verduras (9,13). Esta elevada capacidad de compra pero inadecuada selección de alimentos deja en evidencia la necesidad de realizar educación alimentario nutricional a esta población.

Es preciso incentivar el consumo de frutas y verduras en nuestra población. Una estrategia podía ser la realización de campañas educativas masivas para fomentar su consumo, ya que en general resultó bajo. Aunque en la presente investigación fueron los adolescentes del mayor tercil de ingresos quienes presentaron el menor consumo de frutas y verduras, se podrían implementar políticas de subsidio en el precio para estimular su adquisición, ya que el insuficiente consumo se observa también en los niveles de ingreso más bajos (14). Se ha demostrado que intervenciones en el precio de alimentos altamente energéticos como, las comidas rápidas, o subsidios de alimentos saludables, como las frutas y vegetales, contribuyen a la disminución de la obesidad en adolescentes (6).

En relación al consumo de bebidas azucaradas tipo cola, la misma resultó superior a la observada en adolescentes estadounidenses, donde 28% de la población declaró consumirlas diariamente (15), mientras que en el presente trabajo se observó en casi un 50%. Al contrastar los datos obtenidos, con los de la GSHS del año 2006 se obtuvo un consumo similar, dado que en esta encuesta se encontró que 50% de la población las consumía 2 o más veces al día (16). En el presente estudio se obtuvo relación significativa entre el tercil de ingresos y el consumo de este tipo de bebidas al igual que en la ENGIH, siendo mayor el consumo a mayor tercil de ingresos. (9).

En cuanto al consumo de comidas rápidas, la cuarta parte de la población lo realizaba semanalmente. Un tercio de estos las consumía 3 veces por semana o más, al igual que lo que mostró la GSHS de 2006 (16). Se encontró una asociación entre el consumo de comidas rápidas con la edad y el tercil de ingresos. La asociación con la adolescencia tardía puede deberse a la ya mencionada autonomía en la toma de decisiones y adquisición de alimentos. Por otra parte, a mayor tercil de ingresos, mayor prevalencia de consumo

de comidas rápidas, situación similar a la que se observa en la población general del Uruguay (9). Powell et al (2010), encontraron que en adolescentes estadounidenses el consumo de frutas y verduras resultaba significativamente menor cuando el precio de éstas era alto o cuando el precio de la comida rápida era inferior (6). En el presente estudio no parece coincidir esta relación ya que el menor consumo de frutas y verduras y mayor ingesta de comidas rápidas se asociaron con el mayor tercil de ingresos familiares, no pareciendo ser el precio el factor determinante para esta selección de alimentos. El consumo de comidas rápidas por parte de los adolescentes se ha relacionado a la presencia de obesidad, ya que se asocia a un mayor aporte total de energía, grasas, hidratos de carbono refinados y a un menor consumo de frutas y verduras (6).

El agregado de sal “siempre” a las comidas ya servidas lo realizaba el 13% de la población, esto puede llevar a un aumento de la presión arterial, produciendo hipertensión, principal factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares (17). Por otra parte, se debe tener en cuenta que las comidas rápidas antes mencionadas, también contribuyen con un elevado aporte de sal. El agregado de sal a las comidas tuvo relación significativa con la adolescencia tardía y la desafiliación institucional.

En relación a los tiempos de comida compartidos con alguno de sus padres, se obtuvo que uno de cada tres adolescentes no lo realizaba en forma diaria. Esta cifra se considera elevada teniendo en cuenta que el 91% vive con al menos uno de ellos. La escasa realización de tiempos de comida con los padres estuvo asociada a la adolescencia tardía, la desafiliación institucional y la baja escolaridad materna. Los tiempos de comida compartidos posibilitan la comunicación entre padres e hijos, la cual se asocia con afecto, cercanía emocional, apoyo y cohesión, aspectos relacionados al control y monitorización por parte de los padres. Es preciso fortalecer este aspecto para así afianzar el vínculo y la comunicación (18, 19).

Los resultados sobre comportamiento alimentario global de este estudio permiten concluir que los adolescentes uruguayos presentan una alimentación inadecuada. Actualmente en el país se está trabajando para mejorar la alimentación de niños y adolescentes, ya que en octubre del 2013 se aprobó la Ley 19.140 de alimentación saludable en los centros de enseñanza, la cual tiene como finalidad proteger la salud de

la población infantil y adolescente a través de la promoción de hábitos alimentarios saludables. Los resultados obtenidos en la presente investigación se visualizan como una oportunidad ya que podrían ser útiles en la construcción de acciones específicas para los grupos de mayor riesgo identificados: adolescentes tardíos, residentes en el interior del país y de familias de más altos ingresos.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud Pública. Dirección General de Salud. Programa Nacional de Salud Adolescente. Guías para el abordaje integral de la salud de adolescentes en el primer nivel de atención. Uruguay 2009
2. Silva, I. La Adolescencia y su interrelación con el entorno. 2008. [Internet]. Disponible en: <http://www.injuve.es/observatorio/familia-pareja-e-igualdad-de-genero/la-adolescencia-y-su-interrelacion-con-el-entorno>. [Citado 19 Mar2015].
3. Instituto Nacional de Estadística. República Oriental del Uruguay. Uruguay en cifras 2014. . [Internet]. Disponible en: http://www.ine.gub.uy/biblioteca/uruguayencifras2014/Uruguay_en_cifras_2014.pdf. . [Citado 18 Mar2015]
4. Encuesta Nacional de la Juventud (ENAJ). Base (SPSS). Disponible en: <http://www.infamilia.gub.uy/afiledownload.aspx?1,7,104,O,S,0,1418%3bS%3b1%3b15>[Citado 01 Ago 2012]
5. Ministerio de Desarrollo Social. Programa Infamilia. Encuesta Nacional de Adolescencia y Juventud 2008. Uruguay: adolescentes y jóvenes dicen. Informe preliminar y Segundo informe. Disponible en: http://www.inju.gub.uy/innovaportal/file/9786/1/enaj_informe_preliminar.pdf. [Citado 23 Abr2014]
6. Powell LM, Han E, Chaloupka FJ. Economic contextual factors, food consumption, and obesity among U.S. adolescents. *J Nutr* 2010;140:1175–80.
7. Ortega R, Basabe B, Aranceta J. Nutrición en la adolescencia, anorexia nerviosa y bulimia. En: Serra Majem L. Nutrición y Salud Pública. Barcelona España, Editorial Masson; 2006. p. 302-10
8. Hilsen et al.: Changes in 10-12 year old's fruit and vegetable intake in Norway from 2001 to 2008 in relation to gender and socioeconomic status – a comparison of two cross-sectional groups. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2011; 8:108
9. Bove M, Cerruti F. “Los alimentos y bebidas en los hogares” Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares. Instituto Nacional de Estadística. Montevideo, Uruguay. 2005 – 2006. (<http://www.ine>

- gub.uy/biblioteca/engih2006.pdf).
10. Ministerio de Salud Pública. Dirección General de Salud .Primer Encuesta Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades Crónicas no Trasmisibles. Montevideo. 2006; 25-8. Disponible en: http://www.msp.gub.uy/sites/default/files/archivos_adjuntos/1er_enfrecnt_2006_1.pdf. [Citado 18 Feb 2014]
 11. Ministerio de Salud Pública. Dirección General de Salud. Segunda Encuesta Nacional de Factores de Riesgo de Enfermedades Crónicas no Trasmisibles. Montevideo 2013. Disponible en: http://www.msp.gub.uy/sites/default/files/archivos_adjuntos/folletoENFRECNT2013%20%281%23_1.pdf. [Citado 19 Mar 2015]
 12. Junta Nacional de Drogas. Ministerio de Salud Pública. Ministerio de Desarrollo Social. II Encuesta Mundial de Salud Adolescente GSHS, 2012 Uruguay. Disponible en: www.espectador.com/documentos/2FPRESENTACION_EMSE_18_DICIEMBRE.pptx&ei=ViGHU4OIF4ygsQSbz4HYDw&usg=AFQjCNFINq1F8wFOhKrff3gnCUN4WNHaLg&sig2=Hv1NE135FjqzqAI8u04UKvg [Citado 29 May2014]
 13. Schein R, Verly E, de Castro M, Galvão C, Fisberg R, Lobo D. Determinants of fruit and vegetable intake in adolescents using quantile regression. *Rev Saúde Pública* 2011;45(3):448-56
 14. Craig LC, McNeill G, Macdiarmid JI, et al. Dietary patterns of school-age children in Scotland: association with socio-economic indicators, physical activity and obesity. *Br J Nutr* 2010;103:319–34.
 15. U.S. Department of Health and Human Services. Center of Disease Control and Prevention. Youth Risk Behavior Surveillance 2011. *MMWR Surveillance summaries* 2012;61(4):1-168.
 16. Ministerio de Salud Pública Uruguay. Encuesta Mundial de Salud Escolar. 2006, Uruguay. [Internet]. Disponible en: http://www.who.int/chp/gshs/Uruguay_GSHS_Country_Report.pdf. [Citado 23 Abr 2014]
 17. Organización Mundial de la Salud. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. OMS/FAO Consulta de expertos Geneva 2003, WHO Serie de reportes técnicos N° 916.
 18. Oliva A. Relaciones familiares y desarrollo adolescente. *Anuario de Psicología Universitat de Barcelona Facultat de Psicologia* 2006;37(3): 209-23
 19. Maddaleno M, Morello P, Infante-Espínola F. Salud y desarrollo de adolescentes y jóvenes en Latinoamérica y El Caribe: desafíos para la próxima década. *Salud Pública Méx* 2003;45(1):132-9

Recibido: 21-08-2014
 Aceptado: 23-03-2015

Avaliação e acompanhamento nutricional em idosos de uma instituição de longa permanência

Karina Pfrimer, Mariana Marques Messias, Eduardo Ferriolli, Márcia Saladini Vieira Salles, Luiz Carlos Roma Junior, Arlindo Saran Netto, Marcus Antônio Zanetti, Helio Vannucchi

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- Universidade de São Paulo. Universidade Paulista, Campus Ribeirão Preto. Agência Paulista de Tecnologia e Agronegócio, Ribeirão Preto, Brasil. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, campus Pirassununga, Brazil.

RESUMO: Idosos institucionalizados apresentam um risco aumentado de alteração do estado nutricional. Sendo assim, são necessários indicadores sensíveis para identificação da alteração do estado nutricional. O objetivo deste estudo é avaliar indicadores para análise do estado nutricional de idosos institucionalizados, em um período de três meses, por meio de exames bioquímicos e antropométricos. Foram selecionados 81 voluntários, com 78 ± 10 anos, sendo 53% do sexo feminino. Os dados antropométricos evidenciaram que as variáveis índice de massa corporal, peso, massa gorda e ângulo de fase dos idosos institucionalizados diminuíram em três meses com diferença significativa no período. Dentre todos os exames bioquímicos e antropométricos, as variáveis índice de massa corporal, peso, massa gorda, ângulo de fase e lipidograma foram os indicadores da avaliação nutricional que identificaram alterações precoces e riscos nutricionais dos idosos institucionalizados no período de três meses. Vale ressaltar que indicadores nutricionais avaliados precocemente podem evitar os riscos nutricionais de idosos institucionalizados.

Palavras chave: Avaliação nutricional, instituição de longa permanência, impedância elétrica, índice de massa corporal, peso corporal, massa gorda.

SUMMARY. *Assessment, evaluation and nutrition monitoring in older people living in a rest home.* Institutionalized elderly have an increased risk of changes in nutritional status, therefore sensitive parameters are necessary for the identification of changes in nutritional status. The aim of this study was to evaluate parameters for analysis of the nutritional status of institutionalized elderly in a period of three months by means of biochemical and anthropometric measurements. Eighty one volunteers were selected, with 78 ± 10 years old and 53% female. Anthropometric data showed that the variables body mass index, weight, fat mass, and phase angle of the institutionalized elderly in three months decreased with significant difference between the assessments. Among all the biochemical and anthropometric measurements, body mass index, weight, fat mass, phase angle and blood fat were the indicators of nutritional assessment that identified early changes and nutritional risks of institutionalized elderly in three months. It is noteworthy that the early evaluation of nutritional indicators can prevent nutritional risk among elderly in living in rest homes.

Key words: Nutritional assessment, rest home, bioimpedance, body fat mass, body weight, fat mass.

INTRODUÇÃO

Estatísticas indicam que em 2025 a proporção de pessoas com mais de 60 anos será de 70% da população mundial (1). Nesse contexto, a mudança na estrutura etária associada ao perfil da sociedade moderna, em que as mulheres estão deixando os lares para se inserirem no mercado de trabalho, justifica o fato de as famílias optarem por institucionalizar os idosos (2).

Há evidências de que idosos sofram alterações físicas, funcionais e nutricionais, fazendo com que seu estado nutricional seja comprometido (3, 4, 2). Assim,

o acompanhamento de seu estado nutricional pode ser importante na detecção dessas alterações (5). Uma delas é o desequilíbrio entre necessidade e ingestão, levando à diminuição da qualidade de vida em função do aumento de morbidade e mortalidade. Outro fator agravante é a demora de resposta do organismo do idoso na recuperação da desnutrição (1, 4, 6). Instrumentos de identificação da alteração no estado nutricional são fundamentais para tornar mais rápida a tomada de decisões para diminuir este desequilíbrio.

O presente estudo tem como objetivo avaliar os marcadores de alteração do estado nutricional

de idosos institucionalizados com duas avaliações em um período de três meses, por meio de exames antropométricos e bioquímicos.

METODOLOGIA

Foram avaliadas pessoas maiores de 60 anos de duas instituições de longa permanência de Ribeirão Preto (uma pública e uma privada), escolhidas por se localizarem próximas e por conter uma grande quantidade de residentes, gerando uma amostragem considerável. Os moradores das duas instituições somavam um total de 128 idosos, dos quais 75 (58%) residiam na instituição pública e 53 na privada. Os critérios de inclusão foram: os voluntários que participaram das duas coletas, com período de três meses entre uma e outra avaliação, período este capaz de verificar alterações nutricionais; não fazer uso de quaisquer tipos de nutrição enteral e não utilizar marca-passo ou próteses metálicas em ambos os lados do corpo. Na amostra final, 81 idosos participaram dos exames bioquímicos, composição corporal e antropometria, e 93 idosos aceitaram somente participar dos exames bioquímicos. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa HCRP e FMRP (nº 4921/2011).

Os indicadores para a avaliação nutricional foram antropométricos e bioquímicos, além de aferição da pressão arterial. Os dados foram coletados no período da manhã.

O peso (P) foi medido em balança Filizola®, com precisão de cem gramas e capacidade para 150 kg, estando o indivíduo em jejum de 8 horas, com a bexiga esvaziada, ereto e descalço. A medida da altura atual (A) foi realizada com estadiômetro portátil, estando o indivíduo ereto e descalço, com haste a 90° em relação à escala e com a haste horizontal perpendicular à barra vertical da escala de estatura encostando no vértex da cabeça do examinado. Para o índice de massa corporal (IMC), foi realizada a fórmula $IMC=P/A^2$ (4) e classificado de acordo com a referência Lipschitz (7): <22 kg/m² desnutrição, 22 - 27 kg/m² eutrofia, >27 kg/m² obesidade. Nenhum idoso foi excluído por excesso de edema.

Para medir a circunferência do braço, foi obtido primeiramente o ponto de verificação, marcando-se a área média do braço entre o processo acromial e o olécrano; o idoso ficou com o braço flexionado a 90° e a palma da mão voltada para o abdômen. Com o braço

estendido ao longo do corpo, a medida foi feita com fita inelástica e flexível sem comprimir a pele (8). A medida da circunferência do quadril foi feita com o examinado ereto, com o mínimo de roupa possível, na área de maior contorno da região glútea com fita flexível, inelástica e sem compressão dos tecidos. Para obter a circunferência do abdômen, foi determinado o ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca com o indivíduo ereto e sem roupas e medido com fita métrica inelástica, flexível e sem comprimir a pele.

A impedância bioelétrica (BIA) foi realizada para obtenção de dados de composição corporal e foi realizada com o aparelho de monofrequência RJL System® Model Quantum II, por meio da passagem de corrente alternada de baixa frequência e alta voltagem a partir do lado não dominante do voluntário. Em pacientes acamados, cadeirantes ou imobilizados, que eram impossibilitados de fazer as medidas de peso e altura, foram utilizadas três fórmulas de estimativa para peso (8, 9) e duas para altura (9-11). Para resultados de estimativa de peso e altura, foi usada a média das equações de estimativa para o cálculo de índice de massa corpórea (IMC) e o exame da BIA.

O procedimento BIA consiste em colocar elétrodos na superfície dorsal de mão e pé, com o paciente em decúbito dorsal, e então uma corrente indolor atravessa soluções intra e extracelulares (menos ossos e gordura). Os resultados que são obtidos geram os valores de impedância (Z) e ângulo de fase (AF), calculados por dois componentes: Resistência (R), que é a oposição ao fluxo de uma corrente alternada, e Reactância (Xc), que é o componente capacitivo de interfaces de tecidos, membranas celulares e organelas (12).

A força muscular de membro superior foi mensurada pela força de preensão manual (FPM), usando um dinamômetro portátil hidráulico (Saehan corporation, Masan Free Trade Zone, Korea), com escala de graduação de 0 a 90 quilogramas força (kgf). O procedimento do teste seguiu as recomendações da American Society of Hand Therapists (ASHT) (13). Durante o teste, os voluntários permaneceram confortavelmente sentados, posicionados com o ombro aduzido, o cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra e, por fim, a posição do punho poderia variar de 0 a 30° de extensão (13). Os voluntários foram orientados e incentivados a pressionar a alça do dinamômetro exercendo uma força máxima. Foram realizadas três tentativas para ambos os braços e

considerada, para análise, a média dos três valores obtidos.

A pressão arterial foi aferida no aparelho esfigmomanômetro eletrônico digital pulsar (Cardio Life, Incoterm®, Jiang Su, China) no período da manhã, com o paciente sentado em local calmo com o braço apoiado no nível do coração, antes de qualquer consumo de medicamento, no membro superior esquerdo.

Os exames bioquímicos foram realizados com 93 idosos em dois momentos para as análises de alteração do estado nutricional e doenças crônicas que possam interferir no estado nutricional. Os exames foram: proteína C reativa, colesterol total e frações, triglicerídeos, ácido úrico, glicose, creatinina, uréia e hemograma (14).

Após três meses da primeira coleta, os dados foram novamente reavaliados com a mesma metodologia, para verificar se houve mudança da composição corporal e alterações bioquímicas durante este período.

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o programa

SPSS versão 16.0. Para verificar se os dados apresentavam distribuição normal, foi usado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da distribuição normal e, posteriormente, foi aplicado o teste t para amostras pareadas para comparar os dados de antes e depois do período de três meses, considerando o gênero da amostra. Para todas as análises, foi considerado o nível de significância do p valor < 0,05.

RESULTADOS

Do total de voluntários selecionados para avaliação de antropometria, 53% foram do sexo feminino e 47% do sexo masculino. O peso e a altura foram estimados em 72% do sexo feminino e 63% do sexo masculino. A Tabela 1 mostra os dados antropométricos dos voluntários selecionados.

Local Tabela 1.

Com relação aos exames bioquímicos, foram avaliados 93 indivíduos, diferentemente da antropometria, pois 12 se recusaram a fazer os exames de antropometria e composição corporal. A Tabela 2 mostra os resultados dos exames bioquímicos. Após

TABELA 1: Antropometria e composição corporal de idosos institucionalizados em três meses de avaliação (Ribeirão Preto, 2012).

Indicador	Grupo (n=81)			Masculino (n=38)			Feminino (n=43)		
	Média ± DP			Média ± DP			Média ± DP		
	Antes	Depois	P	Antes	Depois	P	Antes	Depois	P
Peso (kg)	67±14	64±15	,008	68±13	65±14	,014	66±16	63±16	,090
Altura (m)	1,6±0,8	1,6±0,9	,122	1,6±0,8	1,6±0,8	,325	1,5±0,6	1,5±0,7	,081
IMC (kg/m ²)	26±5	25±6	,010	25±5	24±5	,007	27±5	26±6	,105
ACT (%)	73±2	73±3	,046	72±2	73±2	,209	74±2	74±3	,127
MM (kg)	42±8	42±9	,846	45±8	45±9	,690	39±7	39±8	,910
MM (%)	63±9	66±9	,037	67±8	69±7	,348	60±8	63±9	,046
GC (kg)	24±9	22±8	,041	22±7	20±7	,016	26±10	24±9	,279
GC (%)	35±8	34±9	,262	32±6	30±6	,055	39±8	38±9	,755
AF (ohms)	7,1±2	5,1±0,9	,000	7,6±2	5,6±1	,000	6,6±2	4,7±0,7	,000
CC (cm)	98±13	97±13	,167	99±12	99±12	,618	96±16	95±15	,112
CA (cm)	98±12	100±12	,001	98±11	98±11	,089	98±14	101±14	,003
Força de pressão manual direita (kg)	17±9	17±10	,749	21±10	21±12	,818	12±5	12±5	,829
Força de pressão manual esquerda (kg)	16±9	17±10	,626	20±10	21±11	,457	12±4	11±4	,451

DP: desvio-padrão, P: probabilidade, IMC: índice de massa corporal, ACT: água corporal total, MM: massa magra, GC: gordura corporal, AF: ângulo de fase, CC: circunferência da cintura, CA: circunferência abdominal.

três meses da primeira avaliação, houve redução da pressão diastólica, do hematócrito, do LDL-c, do HDL-c, do colesterol total, da glicemia e do ácido úrico, e houve aumento nos valores de VLDL-colesterol. O restante dos exames não apresentou diferenças significativas, e ressalta-se que os valores médios dos exames bioquímicos se apresentaram dentro dos dados de referência, com exceção da proteína C reativa, que deveria estar abaixo de 6 mg/dl, e do HDL, que deveria estar acima de 40 mg/dl. Já o ângulo de fase apresentou mudanças mais marcantes ao longo dos três meses.

Local Tabela 2

TABELA 2: Exames bioquímicos no sangue e aferição da pressão antes e após 3 meses nos idosos institucionalizados (n=93) (Ribeirão Preto, 2012).

Indicador	Média ± DP		P
	Antes	Depois	
Pressão diastólica (mmHg)	125±25	118±23	,014
Pressão sistólica (mmHg)	72±14	72±16	,904
Frequência cardíaca (bpm)	77±17	77±12	,681
Hemoglobina (g/dL)	13±1	13±2	,545
Hematócrito (%)	40±4	39±5	,000
LDL-c (mg/dl)	105±30	98±27	,004
HDL-c (mg/dl)	43±6	37±9	,000
Colesterol total (mg/dl)	173±32	162±30	,000
VLDL-C (mg/dl)	25±9	27±11	,012
Triglicérides (MG/dl)	136±52	136±56	,979
Glicemia (mg/dl)	95±41	89±26	,022
Ácido úrico (mg/dl)	4,5±1,5	4,3±1,5	,065
Ureia (mg/dl)	44±19	46±23	,189
Creatinina (mg/dl)	1,03±0,3	1,05±0,4	,604
Proteína C reativa (mg/dl)	6,6±16	12±23	,070

DP: desvio-padrão, P: probabilidade.

DISCUSSÃO

Dentre os exames bioquímicos e a antropometria para avaliação do estado nutricional, os dados evidenciaram que os idosos apresentaram mudanças significativas de ângulo de fase, peso, IMC, porcentagem de gordura, glicemia e lipidograma. Ao verificar os valores de referência de perda de peso, IMC e porcentagem de gordura, estas variáveis apresentaram uma redução classificada como não significativa ou faixa adequada de normalidade,

ou seja, sem qualquer risco de alteração do estado nutricional.

Percebe-se uma perda de massa magra e de IMC significativa em idosos institucionalizados; no entanto, quando se verifica o valor médio de IMC após três meses por grupo e gênero, de acordo com a referência da OMS, os idosos são classificados como adequados ao estado nutricional. Vale ressaltar que a mudança do IMC ainda é muito sutil, haja vista que, durante o período de avaliação, os idosos apresentaram-se na faixa de classificação eutrofia.

O ângulo de fase (AF), um medidor de índice de mortalidade, no presente estudo apresentou-se reduzido, com diferença estatisticamente significativa no grupo total e entre os sexos após avaliação. Para Norman et al (2012) (15), o AF diminui com o aumento da idade devido a uma redução da reatância, que reflete a perda da massa muscular e o aumento da resistência devido a menor porcentagem de água corporal. Para Wirth et al (16), mesmo com o AF alto, há tendência a aumento de mortalidade devido à desidratação. Sabe-se que o AF é um bom indicador inflamatório, nutricional e de função celular, e que em mulheres geralmente se apresenta mais baixo em função da menor distribuição de massa magra em todas as fases da vida (17). Um ângulo de fase <80 pode ser um fator de risco de mortalidade com valor prognóstico em até seis anos de seguimento (18). Em pacientes hospitalizados, um AF >4° tem correlação com a sobrevida (19). Dessa forma, o ângulo de fase está diminuído em decorrência da diminuição dos valores de IMC e, associado à idade avançada, pode indicar mais um risco de alteração do estado nutricional e indicativo de risco de mortalidade dos idosos.

Os dados mostram que a circunferência abdominal se apresentou aumentada após três meses no grupo total e no feminino; no entanto, esta medida não é coerente com os dados de perda da porcentagem de gordura, já que se esperava aumento da porcentagem. Além disso, os exames bioquímicos mostram uma redução de colesterol total, LDL e glicemia, não concordante com o aumento abdominal. O aumento de gordura abdominal pode ser pela distribuição de gordura, que pode mascarar a desnutrição de idosos (16). Outro indicador alterado foi o aumento da

proteína C reativa, que ocorre devido à presença de várias doenças entre os idosos, uso de medicamento ou o próprio envelhecimento. Estudos sugerem que a inflamação tem participação no desenvolvimento da aterosclerose, sendo a proteína C reativa um marcador inflamatório importante. Especula-se que, ao se ligar a moléculas expostas nas células e desencadear a ativação do complemento, ela possa acentuar o dano tecidual. No presente trabalho, os níveis de proteína C reativa apresentaram-se bem acima da média, comparados a de outros estudos com idosos. No Brasil, um estudo com mulheres acima de 60 anos apresentou uma média de valores de 2,63 mg/dL (20), resultado este menor que o encontrado no presente trabalho.

Existem poucos estudos longitudinais que comparam o estado nutricional de idosos em um período de tempo. Assim, ao se compararem os resultados no período de três meses, percebe-se uma perda de peso de três quilos nos idosos, apesar de não haver diferenças significativas entre os sexos. No entanto, houve perda de massa gorda com diferença significativa no grupo todo e no sexo masculino antes e após o período de três meses. Vale ressaltar que o aumento significativo de massa magra em mulheres antes e após nas avaliações pode ter favorecido o ganho de massa corporal. Muitos voluntários tiveram o peso corporal mensurado por fórmulas estimadas; assim, tanto o peso estimado como o método pela BIA (que utiliza tal peso) podem não ter sido sensíveis a ponto de verificar o aumento de massa magra e a perda de massa gorda.

CONCLUSÃO

A avaliação nutricional é de fundamental importância para a identificação dos indivíduos que apresentam deficiências e risco de mortalidade. Este estudo verificou que marcadores nutricionais como ângulo de fase, peso, IMC e porcentagem de gordura são capazes de identificar o risco nutricional aumentado e de maneira precoce, podendo ser utilizados e valorizados como ferramentas na avaliação nutricional, principalmente em idosos institucionalizados.

AGRADECIMENTOS

Às alunas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- FMRP/USP e Universidade Paulista que auxiliaram na coleta dos dados: Camila Rodrigues, Daniela Takaara, Driele Quinhoneiro, Fabiana

Lourenço da Costa, Larissa Sanches Fernandes, Thamiris Cristina Assolini, Priscila Giacomo Fassimi e Mariana M. Messias. À agência de fomento FAPESP (número do processo 2011/03412-2), Karina Pfrimer, bolsista do CNPq-PDJ (número do processo 150066/2013-9).

REFERÊNCIAS

1. Machado RSP, Coelho MASC, Coelho KSC. Percentual de gordura corporal em idosos: comparação entre os métodos de estimativa pela área adiposa do braço, pela dobra cutânea tricipital e por bioimpedância tetrapolar. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2010; 13(1): 17-27. DOI: 10.1590/S1809-98232010000100003.
2. Volpini MM, Frangela VS. Nutritional assessment of institutionalized elderly. *Einstein.* 2013; 11: 32-40. DOI: 10.1590/S1679-45082013000100007.
3. Rauen MS, Moreira EAM, Calvo MCM, Lobo AS. Avaliação do estado nutricional de idosos institucionalizados. *Rev Nutrição.* 2008; 21: 303-10. DOI: 10.1590/S1415-52732008000300005.
4. Rambousková J, Slavikova M, Krskova A, Prochazka B, Andel M, Dlouhy P. Nutritional status assessment of institutionalized elderly in Prague, Czech Republic. *Ann Nutr Metab.* 2013; 62: 199-204. DOI: 10.1159/000346038.
5. Tsai AC, Ku PY. The MNA and Taiwanese elderly. *British Journal of Nutrition.* 2008; 100: 152-8. DOI: 10.1017/S0007114507873600
6. Donini LM, Neri B, DE Chiara S, Poppio Galle E, Muscaritol M. Nutritional care in a nursing home in Italy. *Plos One.* 2013; 8: 1-10. DOI: 10.1371/journal.pone.0055804.
7. Lipchitz, D.A. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care.* 21:55-67.1994.
8. Chumlea WC, Guo SS, Roche AF, Steinbaugh ML. Prediction of body weight for the non ambulatory elderly from anthropometry. *J Am Diet Assoc.* 1988; 88: 564-8.
9. Rabito EI, Mialich MS, Martínez EZ, García RW, Jordao AA Jr, Marchini JS. Validation of predictive equations for weight and height using a metric tape. *Nutr Hosp.* 2008; 23: 614-8.
10. Chumlea WC, Guo SS, Wholihan K, Cockram D, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Stature prediction equations for elderly non-Hispanic white, non-Hispanic black and mexican-american persons developed from NHANES III data. *J Am Diet Assoc.* 1998; 98: 137-42. DOI: 10.1016/S0002-8223(98)00036-4.

11. Siqueira VO, Costa BVL, Lopes AC, Santos LC, Lima-Costa MF, Caiaffa, WT. Different equations for determining height among the elderly: the Bambuí Cohort Study of Aging. *Caderno de Saúde Pública*. 2012; 28: 125-34. DOI: 10.1590/S0102-311X2012000100013
12. Piccoli A, Crosignani P, Nappi C, Ronsini S, Bruni V, Marelli S. Effect of the ethinulestradiol/norelgestromin contraceptive patch on body composition. Results of bioelectrical impedance analysis in a population of Italian women. *Nutrition Journal* 2008; 7: 1-9.
13. Figueiredo IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. *Acta Fisiátrica*, 2006; 14: 104-10. DOI: 10.5935/0104-7795.20070002
14. Henry, JB. 1995. *Diagnósticos Clínicos & Tratamento, por Métodos Laboratoriais*. 18º Ed. Manole. São Paulo. SP. 729p.
15. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr*. 2012; 31: 854-61. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.05.008.
16. Wirth R, Volkert D, Rosler A, Seiber CC, Bauer JM. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2010; 51: 290-4. DOI: 10.1016/j.archger.2009.12.002
17. Espinosa-Cuevas Mde L, Rivas-Rodríguez L, González-Medina EC, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatríste P, Correa-Rotter R. Bioimpedance vector analysis for body composition in Mexican population. *Rev Invest Clin*. 2007; 59: 15-24.
18. Matsudo SM, Kelhan V, Marsudo R, Barros Neto TL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Ciên e Mov*. 2000; 8: 21-32.
19. Lopez-Gomez JM. Evolution and applications of bioimpedance in managing chronic kidney disease. *Revista Nefrologia* 2011; 31: 630-4. DOI: 10.3265/Nefrologia.pre2011.Oct.11015.
20. Fiore EG, Viera VL, Cervato AM, Tucilo DL, Cordeiro AA. Perfil Nutricional de idosos frequentadores de unidade básica de saúde. *Rev Ciên Med*. 2006; 15: 369-377

Recibido: 05-12-2014
 Aceptado: 16-03-2015

Cambios microestructurales en los granos de *Phaseolus vulgaris* endurecidos

María Virginia Mujica, Marisela Granito, Naudy Soto

Departamento de Procesos Agroindustriales. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela. Departamento de Tecnología de Servicios. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

RESUMEN: El endurecimiento de los granos de *Phaseolus vulgaris* almacenados a alta temperatura y alta humedad relativa es una de las principales limitantes para su consumo. El objetivo de esta investigación fue evaluar por microscopía de barrido electrónico los cambios estructurales ocurridos en los cotiledones y en la testa de los granos endurecidos. Los granos recién cosechados se almacenaron durante doce meses bajo dos condiciones: 5°C-34% HR y 37°C-75% HR. Esta última con el fin de propiciar el endurecimiento. Los granos almacenados crudos y cocidos se liofilizaron y se fracturaron. Las secciones de testa y cotiledones se observaron en un microscopio electrónico JSM-6390. Al cabo de doce meses se constató que los granos almacenados a 37°C-75% HR aumentaron su dureza en un 503%, mientras que los granos almacenados a 5°C-34% HR no incrementaron su dureza significativamente. A nivel microestructural, en los cotiledones de los granos crudos se notaron claras diferencias en el aspecto de la pared celular, en el tamaño del espacio intercelular y en la textura de la matriz proteica. Mientras que en la testa de los granos crudos se evidenciaron diferencias en la compactación de la empalizada y de la capa sub-epidérmica. En los granos cocidos se observó una total separación entre las células de los cotiledones de los granos blandos y una muy limitada separación en los granos duros. Se concluye que las diferencias observadas en los granos duros y blandos, demostraron una participación importante de ambas estructuras, cotiledones y testa, en el endurecimiento de los granos.

Palabras clave: Cambios microscópicos, cotiledones, endurecimiento, *Phaseolus vulgaris*, testa.

SUMMARY: Microstructural changes in hardened beans (*Phaseolus vulgaris*). The hardening of *Phaseolus vulgaris* beans stored at high temperature and high relative humidity is one of the main constraints for consumption. The objective of this research was to evaluate by scanning electron microscopy, structural changes in cotyledons and testa of the hardened beans. The freshly harvested grains were stored for twelve months under two conditions: 5 ° C-34% RH and 37 ° C-75% RH, in order to promote hardening. The stored raw and cooked grains were lyophilized and fractured. The sections of testa and cotyledons were observed in an electron microscope JSM-6390. After twelve months, grains stored at 37 ° C-75% RH increased their hardness by 503%, whereas there were no significant changes in grains stored at 5 ° C-34% RH. At the microstructural level, the cotyledons of the raw grains show clear differences in appearance of the cell wall, into the intercellular space size and texture matrix protein. There were also differences in compaction of palisade and sub-epidermal layer in the testa of raw grains. After cooking, cotyledon cells of the soft grains were well separated while these of hard grains were seldom separated. In conclusion, the found differences in hard and soft grains showed a significant participation of both structures, cotyledons and testa, in the grains' hardening.

Key words: Microscopic changes, cotyledons, hardening, *Phaseolus vulgaris*, testa.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las leguminosas de grano se consumen en forma de sopas, cremas o ensaladas. A nivel mundial, los granos de *Phaseolus vulgaris* (conocida comúnmente como caraota en Venezuela y frijoles, frejoles o judías en otros países de habla hispana) son consumidos en diferentes formas, siendo la más frecuente la sopa. El proceso tradicional de cocción de los granos generalmente implica un

remojo previo durante toda la noche (10 a 16 h), cuyo fin es reducir los tiempos de cocción (1) y remover azúcares flatulentos. La temperatura es uno de los factores importantes del remojo, puesto que a mayor temperatura se incrementa la velocidad de hidratación, disminuyendo el tiempo para alcanzar el equilibrio.

Los principales cambios químicos y estructurales que ocurren durante la cocción de los granos son la hidrólisis y solubilización de los polisacáridos pécticos

de la pared celular, la gelatinización del almidón y la coagulación de la proteína. Los tratamientos térmicos inicialmente producen un ablandamiento debido al rompimiento de la membrana plasmática; sin embargo, el ablandamiento más significativo ocurre seguidamente como resultado del incremento en la separación celular. Esto ha sido generalmente atribuido a la degradación β -eliminativa de los ácidos poligalacturónicos metilesterificados contenidos en la laminilla media, los cuales juegan un papel importante en la adhesión celular. Este tipo de degradación implica el rompimiento de los enlaces glucosídicos bajo condiciones no ácidas y es típica de los procesos térmicos. El control del pH y de los niveles de cationes mono y divalentes en el medio de cocción puede influenciar la velocidad de ablandamiento (2).

El “Hard to Cook (HTC)” o “Duro para cocinar” es un defecto de textura que afecta a las leguminosas de grano almacenadas por largos períodos en condiciones de alta temperatura y alta humedad relativa, y se define como la resistencia de los granos a ablandarse durante la cocción. A nivel microestructural se caracteriza por una falla en la separación de las células de los cotiledones durante la cocción, causada por la rigidez de la pared celular y específicamente por la resistencia de la laminilla media a disolverse.

Algunos autores consideran que existen dos tipos de endurecimiento en los granos almacenados bajo condiciones adversas, uno a nivel de la testa al cual denominan “Hard Shell” y otro a nivel de los cotiledones que corresponde al “Hard to Cook”. El “Hard Shell” se ha asociado a impermeabilidad de la testa lo que genera una reducción de la capacidad de absorción de agua en el grano, y el “Hard to cook”, tal como se describió, se relaciona con una reducida separación celular en los cotiledones durante la cocción (3).

El HTC implica un deterioro del valor nutritivo puesto que los tiempos largos de cocción generan pérdidas de vitaminas hidrosolubles y una reducción de la calidad proteica (4, 5). Por otra parte, desde el punto de vista económico, es de esperarse que el HTC genere pérdidas a los productores y distribuidores, puesto que los consumidores rechazan los granos que poseen este defecto (6, 7).

Se han propuesto varios mecanismos para explicar

la causa del endurecimiento de las leguminosas: i) hidrólisis de los fitatos y desmetoxilación de las pectinas con la consecuente formación de pectatos insolubles, ii) lignificación de la laminilla media, iii) predominio de la coagulación de la proteína sobre la gelatinización del almidón durante la cocción, iv) formación de puentes fenólicos entre polisacáridos de la pared celular y v) mecanismo múltiple, en el cual está involucrado más de un tipo de tejido y más de una clase de reacción bioquímica (8).

Estudios de microscopia electrónica de barrido han revelado que las paredes celulares primarias y secundarias de granos duros y blandos responden en forma similar frente a la cocción, a diferencia de la laminilla media que se degrada en los granos blandos pero permanece intacta en los granos duros (9). No obstante, aún no está completamente dilucidado el mecanismo de endurecimiento de las leguminosas, de allí la importancia de aportar nuevas evidencias que apoyen una u otra de las hipótesis planteadas. En este sentido, el objetivo de la presente investigación fue evaluar por microscopia de barrido electrónico los cambios estructurales ocurridos en los cotiledones y en la testa de los granos endurecidos, comparándolos con los granos blandos, y relacionarlos con los mecanismos de endurecimiento propuestos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los granos de *Phaseolus vulgaris* recién cosechados se almacenaron durante 12 meses bajo dos condiciones: baja temperatura-baja humedad (BTBH), 5°C-34% HR, y alta temperatura-alta humedad (ATAH), 37°C-75% HR. Esta última con el fin de propiciar el endurecimiento. Las cámaras de almacenamiento consistieron en recipientes de vidrio con tapa, dentro de los cuales se colocaron soluciones salinas saturadas de $MgCl_2$ y $NaCl$ para alcanzar valores de humedad relativa de 34 y 75%, respectivamente (10). A su vez, estas cámaras permanecieron dentro de una cava y una incubadora con temperaturas controladas de 5 y 37°C, respectivamente.

La dureza de los granos cocidos, equivalente a la fuerza requerida para penetrarlos con una sonda, se midió con un texturómetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, R.U). La velocidad del ensayo fue de 1,0 mm/s, se usó una celda de 5 kg y una sonda múltiple

para guisantes, con la cual se analizan 18 granos a la vez. Para la cocción se remojó una muestra de 20 g de granos enteros en 100 mL de agua destilada por 18 h a temperatura ambiente, luego se drenó el agua y los granos se colocaron en 100 mL de agua destilada a la temperatura de ebullición, para cocinarlos por 60 min.

El análisis microscópico de los granos almacenados crudos y cocidos se realizó previa liofilización y fractura de los mismos (11). Las secciones de testa y cotiledones se observaron en un microscopio electrónico JSM-6390 (JEOL, USA) con un voltaje de aceleración de 25 kv.

Análisis Estadístico: La dureza de los granos se expresó como el promedio \pm desviación estándar. La comparación entre los granos almacenados en las dos condiciones, por diferentes periodos, se hizo con la prueba pareada t. El nivel de significancia fue definido a $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Al cabo de doce meses se constató que los granos almacenados a 37°C-75% HR aumentaron su dureza en un 503%, desde $20,8 \pm 1,0$ N hasta $125,4 \pm 6,0$ N, mientras que los granos almacenados a 5°C-34% HR no incrementaron su dureza significativamente, manteniéndose en $18,5 \pm 2,0$ N.

En las Figuras 1 a la 3 se muestran las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido de los granos crudos, con 12 meses de almacenamiento a ATAH y BTBH. Cabe destacar, que también se analizaron las muestras almacenadas por 4 meses, no obstante, el efecto de las condiciones de temperatura y humedad relativa fue más notorio en las muestras almacenadas durante 12 meses. En las ampliaciones x10000 y x5000 (Figura 1) se señalan las paredes celulares de células contiguas de los cotiledones, y en los granos suaves se puede observar claramente la separación entre la pared de una célula y otra, mientras que en los granos duros no se distingue esta división, lo cual puede afectar la separación de las células durante la cocción.

Por otra parte, se puede notar que el espacio intercelular (EI) es mayor en los cotiledones de los granos duros, posiblemente por la reducción del espesor de la pared celular. Es importante aclarar

que estos espacios se encuentran en la unión de tres células, y se forman durante el desarrollo del grano, para proveer de una estructura tridimensional al tejido que le permita el flujo de gases. En las esquinas de estos espacios se unen las laminillas medias de las dos células contiguas.

En la Figura 2 se indican ampliaciones menores, x1000 y x300, en la primera de las cuales se puede notar claramente, en los granos duros, la pared celular rodeando a los gránulos de almidón, mientras que en los granos suaves no se distingue de la matriz proteica, lo cual puede estar relacionado con un aumento de la rigidez de la pared celular en los cotiledones de los granos duros. Esto se confirma en la imagen de la ampliación x300, puesto que en el parénquima de los cotiledones de los granos suaves no se diferencia la división entre una célula y otra, mientras que en los granos duros se puede observar esta separación, con un aspecto de “panal de abejas”, e incluso se pueden ver algunas células no fracturadas. Esta resistencia a la fractura demuestra a nivel microscópico el endurecimiento de los cotiledones en los granos duros.

Adicionalmente, en ambas ampliaciones, se puede distinguir entre la textura de la matriz proteica de unos granos y otros, siendo de aspecto liso en los granos duros y rugosa en los granos suaves, lo cual concuerda con lo observado en otros estudios (1, 11, 12). Por otra parte, es importante destacar que en todas las muestras los gránulos de almidón se mantuvieron intactos y presentaron forma elipsoidal.

Las imágenes relacionadas con la testa se muestran en la Figura 3, con ampliaciones de x1000 y x100. En la primera de ellas, se distinguen las células de la empalizada en la parte superior, y debajo de estas se encuentran las células sub-epidérmicas. En los granos duros se observa una mayor compactación en ambas capas, lo cual puede afectar la capacidad de imbibición del grano y por ende su facilidad para ablandarse. Igualmente, en la ampliación x100 se puede notar una total separación de la testa al fracturar los granos duros, en tanto que se mantiene unida a los cotiledones en los granos suaves, aspecto que puede estar asociado al incremento de la dureza en ambos tejidos en la condición de alta temperatura y alta humedad relativa.

La microestructura de los granos cocidos se

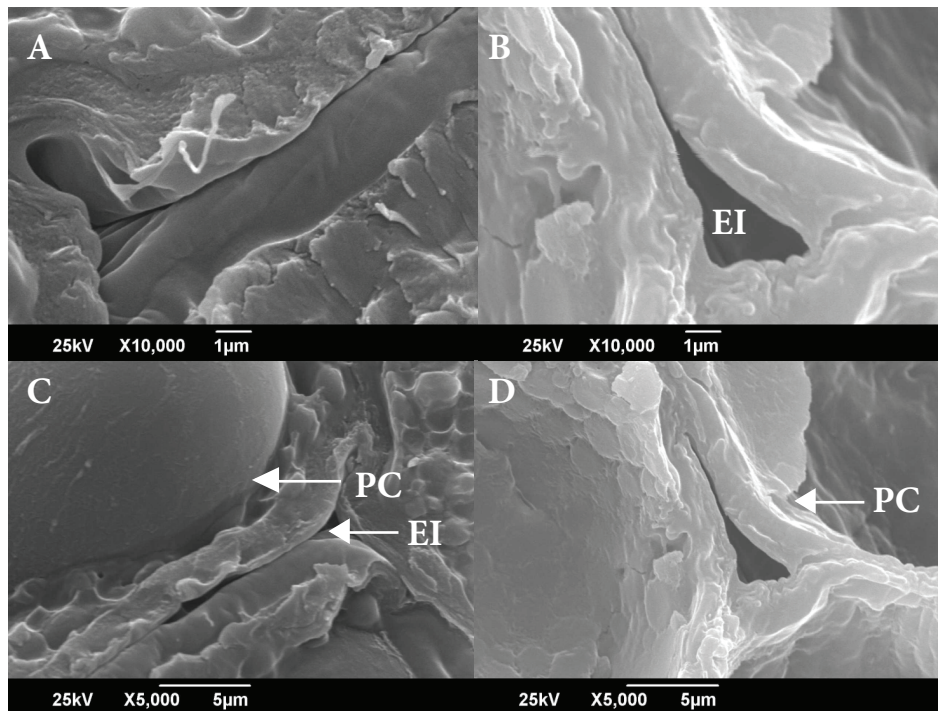


FIGURA 1. Micrografías obtenidas por barrido electrónico (X10000 y X5000) de los cotiledones de los granos crudos almacenados por doce meses. A-C: Grano Suave. B-D: Grano Duro. EI: Espacio intercelular, PC: Pared celular.

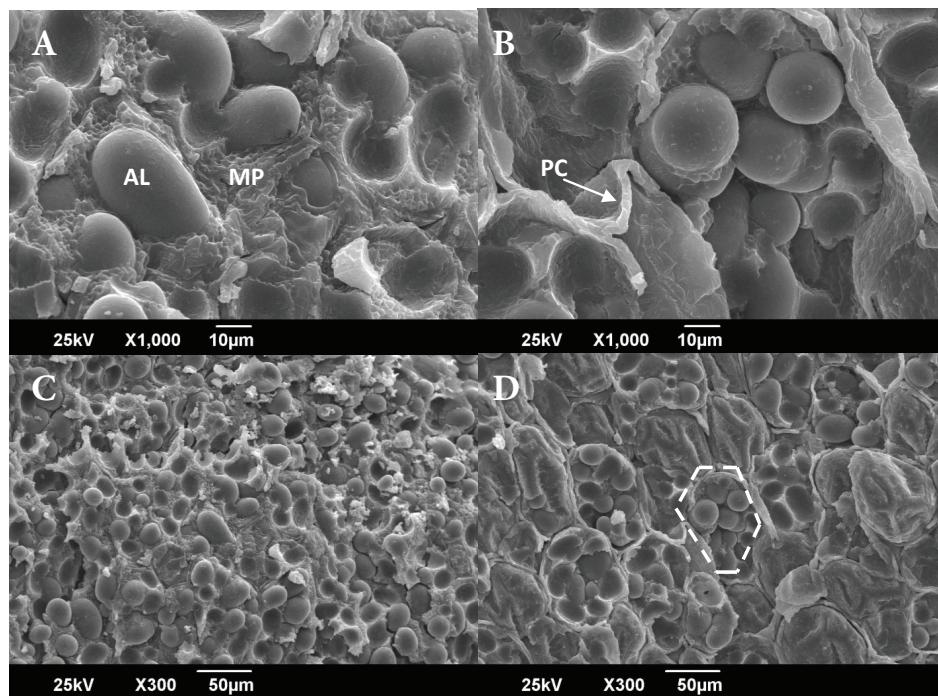


FIGURA 2. Micrografías obtenidas por barrido electrónico (X1000 y X300) de los cotiledones de los granos crudos almacenados por doce meses. A-C: Grano Suave. B-D: Grano Duro. AL: gránulo de almidón, MP: matriz proteica, PC: Pared celular

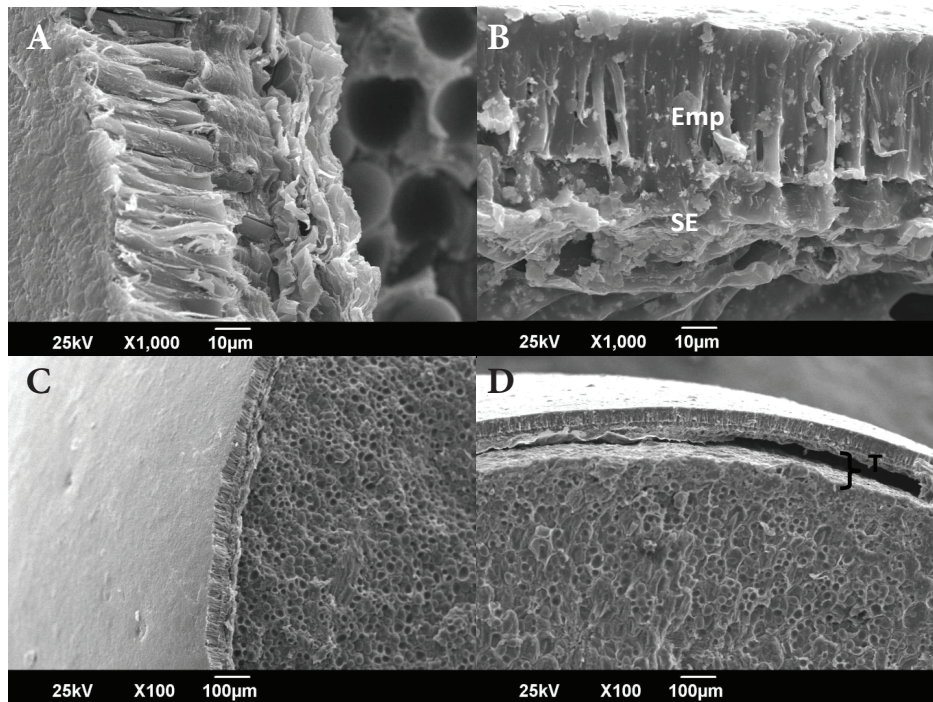


FIGURA 3. Micrografías obtenidas por barrido electrónico (X10 y X100) de la testa de los granos crudos almacenados por doce meses. A-C: Grano Suave. B-D: Grano Duro. Emp: capa de la empalizada, SE: capa sub-epidérmica, T: testa.

muestra en las Figuras 4 a la 6. En la ampliación x5000, de la Figura 4 se confirma lo observado en los granos crudos, en relación al aspecto de la matriz proteica, la cual es de apariencia lisa en los granos endurecidos (almacenados a ATAH) y rugosa o con múltiples relieves en los granos blandos (almacenados a BTBH). La pérdida del aspecto granular de la matriz proteica en los granos duros ha sido relacionada con una desnaturalización parcial de la misma (1). Esto, hace que prevalezca su coagulación sobre la gelatinización de los gránulos del almidón durante la cocción, lo que le permite actuar como una barrera física que impide la absorción de agua por los gránulos de almidón. Todo lo cual conduce a un aumento de la dureza de los granos y aporta evidencias a la hipótesis basada en los cambios de las proteínas de almacenamiento para explicar este endurecimiento.

En la ampliación x1000 se observa una célula de los cotiledones de los granos blandos separada de las células adyacentes, mientras que en los granos duros se puede notar una célula que aún se encuentra unida a las células vecinas luego de la cocción. Diversos

autores afirman que la separación celular durante la cocción se debe al rompimiento o desintegración de la laminilla media y que esto a su vez se traduce en ablandamiento del tejido (12). A través de estudios de microscopia electrónica de barrido, se ha encontrado que las paredes celulares primarias y secundarias de granos duros y blandos responden en forma similar frente a la cocción, a diferencia de la laminilla media que se degrada en los granos blandos pero permanece intacta en los granos duros (9). De manera que la hipótesis que cobra más fuerza para explicar el mecanismo de endurecimiento de los granos de *P. vulgaris* es la que apoya la existencia de un mecanismo múltiple y complejo que abarca diversas estructuras y compuestos del grano, tales como la matriz proteica, los gránulos de almidón y la laminilla media de las células de los cotiledones, así como las capas de la testa.

En las imágenes con ampliaciones de x550 y x300 (Figura 5) se comprueba una total separación entre las células de los cotiledones de los granos suaves y una muy limitada separación en los granos duros.

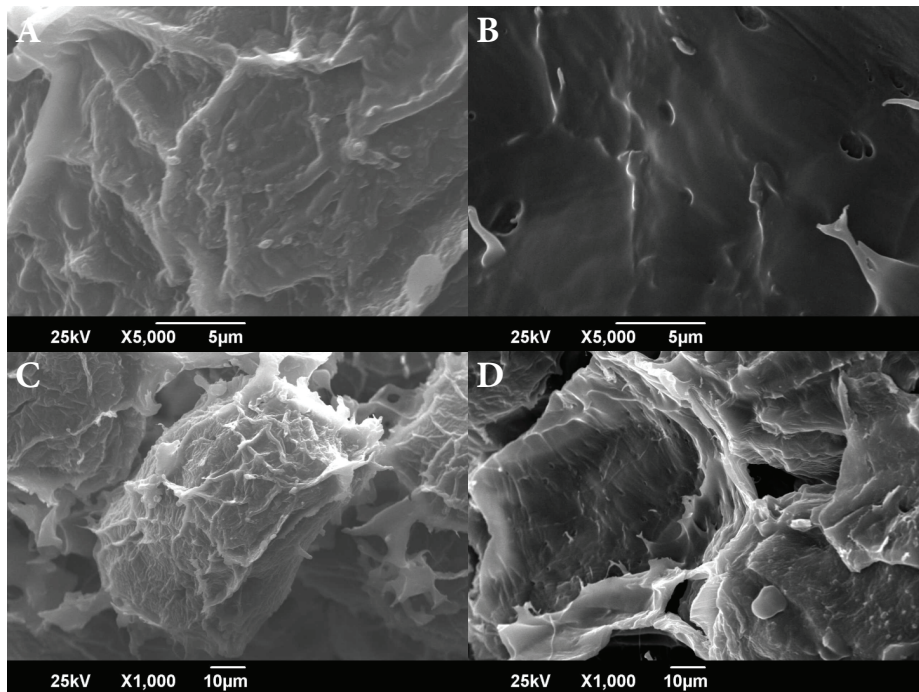


FIGURA 4. Micrografías obtenidas por barrido electrónico (X5000 y X1000) de los cotiledones de los granos cocidos almacenados por doce meses. A-C: BTBH. B-D: ATAH.

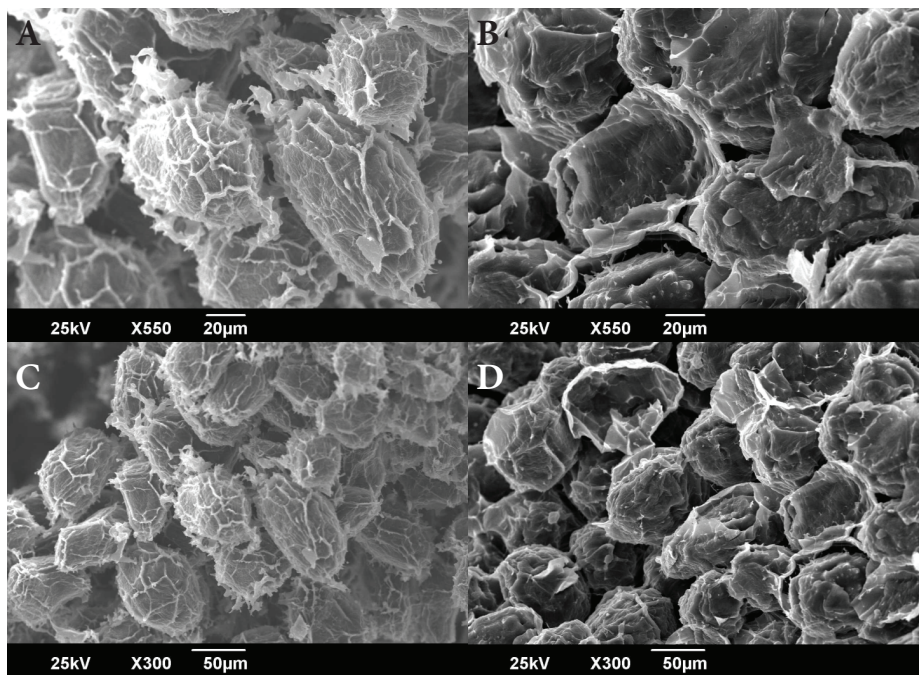


FIGURA 5. Micrografías obtenidas por barrido electrónico (X550 y X300) de los cotiledones de los granos cocidos almacenados por doce meses. A-C: BTBH. B-D: ATAH.

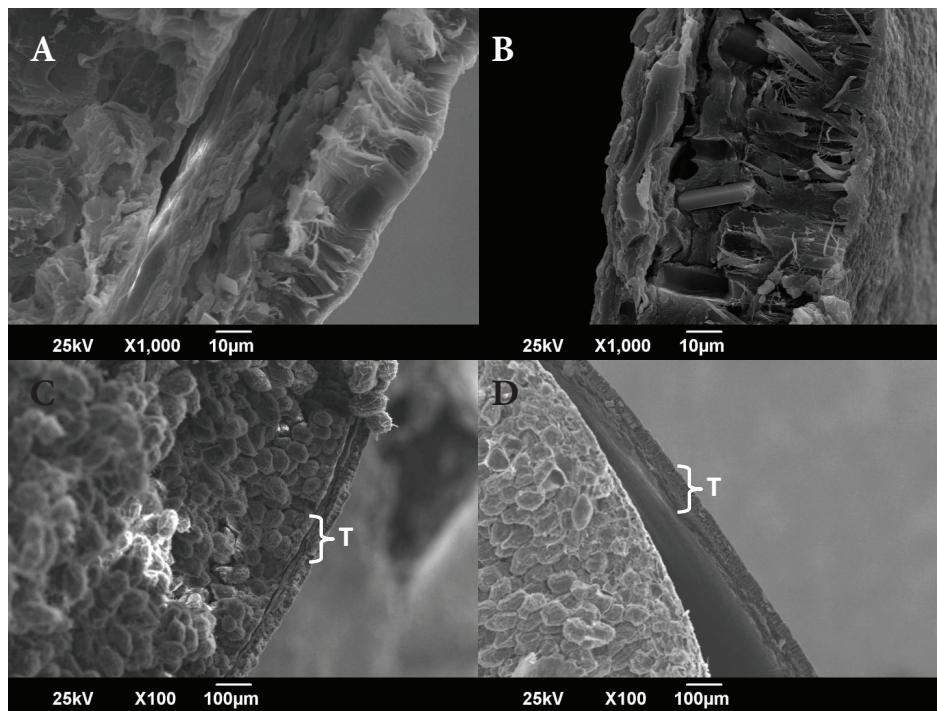


FIGURA 6. Micrografías obtenidas por barrido electrónico (X550 y X300) de la testa de los granos cocidos almacenados por doce meses. A-C: BTBH. B-D: ATAH. T: Testa

Adicionalmente, se observan restos de una capa desintegrada en la superficie de las células de los granos blandos, mientras que en los duros la superficie es lisa y compacta. Los espacios vacíos son notorios en los granos blandos producto de la elevada disgregación del parénquima de los cotiledones. En este sentido, en otros estudios de microscopía electrónica de barrido se ha observado un empaquetamiento denso de las células de los cotiledones, con una mínima separación, en granos duros, luego de someterlos a cocción (13).

Con respecto a las diferencias en la microestructura de la testa, observadas en la Figura 6, se tiene que en los granos duros cocidos las células de la empalizada mantuvieron un aspecto similar al que presentaron en los granos duros crudos. Esto, puede significar que este tejido resistió los cambios propiciados por el remojo y la cocción. Por el contrario, en los granos blandos se observaron deformaciones en la capa empalizada que denotan flexibilidad o suavidad y una reducción en la altura de las células de esa capa. Mientras, la capa subepidérmica aumentó su espesor posiblemente por un efecto de hinchamiento causado por el agua absorbida durante el remojo y la cocción. Por otra parte, en la ampliación x100, al igual que en los granos crudos, se

observó una completa separación de la testa y de los cotiledones en los granos duros, mientras que en los granos blandos permanecieron unidos.

DISCUSIÓN

Las observaciones realizadas en esta investigación acerca de la microestructura de los granos suaves y duros permiten afirmar que el “Hard to Cook” es un defecto de textura que involucra cambios tanto en los cotiledones como en la testa de los granos, lo que conlleva a apoyar la hipótesis de mecanismo múltiple planteada por algunos autores, según la cual participa más de un tipo de tejido y más de una clase de reacción bioquímica (14, 15).

La mayor compactación de las paredes entre células contiguas de los cotiledones en los granos duros (Figura 1) puede relacionarse con un mayor grado de entrecruzamiento en las mismas, propiciado por la formación de puentes de calcio entre las moléculas de pectina, y/o por incremento de puentes fenólicos entre las moléculas de lignina y entre polisacáridos de la pared celular. Todo lo cual conlleva a aumento de la rigidez del tejido y por lo tanto a un incremento de la

resistencia al ablandamiento durante la cocción.

Las diferencias en la textura de la matriz proteica de las células de los cotiledones observadas en la Figura 2, concuerdan con la hipótesis que se fundamenta en los cambios de la matriz proteica como mecanismo de endurecimiento de los granos, planteada por algunos investigadores (1, 16). Puesto que la textura lisa de esta matriz en los granos duros puede estar relacionada a la desnaturalización de la proteína y por tanto a la prevalencia de su coagulación frente a la gelatinización de los gránulos de almidón, afectando así el grado de ablandamiento de los granos durante la cocción.

A la luz de este mecanismo, la calidad de cocción de los granos depende parcialmente de la secuencia de coagulación de las proteínas intracelulares y del hinchamiento de los gránulos de almidón durante la cocción. Si la coagulación de la proteína prevalece, esta actuará como una barrera física que restringirá el paso del agua hacia los gránulos de almidón, lo que resultará en un limitado hinchamiento de estos y en granos cocidos más duros. Si el hinchamiento del almidón predomina, la coagulación de la proteína no podrá evitar la completa gelatinización del almidón y los granos cocidos resultaran suaves (1, 16).

En los granos recién cosechados, o en los almacenados a baja temperatura y baja humedad relativa, las proteínas son muy solubles en agua y estables térmicamente. Durante la cocción, las proteínas no coagulan fácilmente antes de la gelatinización del almidón, de forma que los gránulos de almidón absorben agua libremente a través de la matriz proteica. En granos endurecidos este proceso ocurre de una forma distinta, las proteínas se desnaturalizan lentamente durante el almacenamiento en condiciones adversas y la mayor parte se hace insoluble en agua. El resto, que es soluble, coagula fácilmente a temperaturas inferiores a la de gelatinización del almidón debido a su baja estabilidad térmica (1, 16). En este orden de ideas, el grado y la velocidad de hidratación de la matriz almidón/proteína influyen en la velocidad de cocción y en la textura final de los granos cocidos (17).

En relación a lo observado en la testa de los granos crudos (Figura 3), se tiene que la compactación de las capas empalizada y sub-epidérmica de los

granos endurecidos coincide con lo encontrado en otras investigaciones, donde se ha reportado una disminución significativa del espesor de la testa en leguminosas como caraota (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*) y lenteja (*Lens culinaris*) (18, 19, 20). Concluyendo estos estudios que la facilidad de cocción de los granos está relacionada con la microestructura de la testa.

El análisis de la microestructura de los granos cocidos suaves y duros (Figura 4) confirma lo encontrado en los granos crudos en relación al aspecto de la matriz proteica, la cual presentó textura lisa en los granos duros, y rugosa o granular en los granos suaves. Esto, aporta así evidencia de un posible predominio de la coagulación de la proteína sobre la gelatinización del almidón durante la cocción, como parte del mecanismo de endurecimiento de los granos. Asimismo, se comprobó que los cotiledones de los granos duros presentaron fallas en la separación celular durante la cocción (Figuras 4 y 5), condición necesaria para el ablandamiento de los granos. La composición de la laminilla media de la pared celular ha sido estrechamente relacionada con este hecho, siendo su componente principal los polisacáridos pécticos. Específicamente, el ablandamiento de los granos durante la cocción ha sido generalmente atribuido a la degradación β -eliminativa de los ácidos poligalacturónicos metilesterificados contenidos en la laminilla media, la cual implica el rompimiento de los enlaces glucosídicos bajo condiciones no acídicas (11, 21, 22, 23).

CONCLUSIONES

Las diferencias en el aspecto de las paredes celulares de los cotiledones y de las capas de la empalizada y subepidérmica de la testa, de los granos duros y blandos, demostraron una participación importante de ambos tejidos en el endurecimiento de los granos generado en condiciones de alta temperatura y alta humedad relativa.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por el financiamiento de esta investigación. Al Laboratorio

de Microscopía Electrónica de la Universidad Simón Bolívar, en especial al Lic. Gleen Rodríguez por el apoyo suministrado en la ejecución de los análisis microscópicos. A la Prof. María Soledad Tapia y a la TSU Bernardette Da Fonte del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela, por facilitarnos el uso del texturómetro.

REFERENCIAS

- Liu K. Storage proteins and hard-to-cook phenomenon in legume seeds. *Food Technol.* 1997; 51:58, 60-61.
- Brett C, Waldron K. *Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls*. Second edition. Great Britain: Chapman & Hall; 1996.
- Reyes-Moreno C, Paredes-López O. Hard-to-cook phenomenon in common beans-A review. *Crit Rev Food Sci.* 1993; 33:227-286.
- Martin-Cabrejas M, Jaime L, Karanja C, Downie A, Parker M, López-Andreu F, Maina G, Esteban R, Smith A, Waldron K, et al. Modifications to physicochemical and nutritional properties of hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*) by extrusion cooking. *J Agric Food Chem.* 1999; 47:1174-1182.
- García E, Lajolo F. Starch alterations in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*). *J Agric Food Chem.* 1994; 42:612-615.
- Hohlberg, A, Aguilera J, Diaz R. Economic evaluation of postharvest losses and utilization of hard to cook beans: A case study in Chile. *Ecol Food Nutr.* 1991; 25:275-286.
- Vásquez M.G, Ortega M.L, Estrada E. Harina de frijol endurecido [*Phaseolus vulgaris* L.] en la preparación de pan. *Arch Latinoam Nutr.* 1991; 41: 620-630.
- García E, Filisetti T, Udaeta J, Lajolo F. Hard to cook beans: involvement of phenolic compounds and pectates. *J Agric Food Chem.* 1998; 46:2110-2116.
- Shomer I, Paster H, Linder P, Vasiliver R. The role of cell wall structure in the phenomenon in beans (*Phaseolus vulgaris*). *Food Struct.* 1990; 9:139.
- Bell L, Labuza T. *Moisture Sorption*. 2nd Edition. USA: American Association of Cereal Chemists, Inc.; 2000: 34-35.
- Varriano-Marston E, Jackson M. Hard-to-cook phenomenon in beans: structural changes during storage and imbibition. *J Food Sci.* 1981; 46:1379-1385.
- Narasimha H, Srinivas T, Desikachar H. A histological basis for "hard to cook" phenomenon in red gram (*Cajanus cajan*) cultivars. *J Food Sci.* 1989; 54(1): 125-127, 131.
- Carabez-Trejo A, Paredes-Lopez O, Reyes-Moreno C. Microstructure of cotyledon cells from hard-to-cook common beans. *Starch/Stärke.* 1989; 41:335.
- Hincks M, Stanley D. Multiple mechanisms of bean hardening. *J Food Technol.* 1986; 21:731-750.
- Liu, K. Cellular, biological and physicochemical basis for the hard to cook defect in legume seed. *Crit Rev Food Sci.* 1995; 35(4): 263-298.
- Liu K, Phillips R, Hung Y, Shewfelt R, McWatters K. Mechanism of pectin changes during soaking and heating as related to hard-to-cook defect in cowpeas. *J Agric Food Chem.* 1993; 41:1476-1480.
- Uebersax M, Ruengsakulrach S, Occena L. Strategies and procedures for processing. *Food Technol.* 1991; September: 104-111.
- Youseef, M, Bushuk, W. Microstructure of seed coat of faba bean . Seeds of different cookability. *Cereal Chem.* 1984; 61: 381-383.
- Garcia E, Lajolo F, Swanson B.G. A comparative study of normal and hard-to-cook Brazilian common bean (*Phaseolus vulgaris*): ultrastructural and histochemical aspects. *Food Struct.* 1993; 12: 147-154.
- Pirhayati M, Soltanizadeh N, Kadivar M. Chemical and microstructural evaluation of 'hard-to-cook' phenomenon in legumes (pinto bean and small-type lentil). *Int J Food Sci Technol.* 2011; 46: 1884-1890.
- Hincks M, Stanley D. Lignification: evidence for a role in hard-to-cook beans. *J Food Biochem.* 1987; 11:41-58.
- Rodríguez F, Mendoza E. Physicochemical basis for hardseededness in Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *J Agric Food Chem.* 1990; 38:29-32.
- Ghasemlou M, Mohammad S, Gharibzahedi T, Emam-Djomeh Z. Relating consumer preferences to textural attributes of cooked beans: Development of an industrial protocol and microstructural observations. *LWT - Food Sci and Technol.* 2013; 50:88-98.

Recibido: 24-10-2014
Aceptado: 30-01-2015

Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices

Ana Carolina da Silva Pereira, Nedio Jair Wurlitzer, Ana Paula Dionísio, Marcia Valéria Lacerda Soares, Maria do Socorro Rocha Bastos, Ricardo Elesbão Alves, Isabella Montenegro Brasil

Department of Food Technology, Federal University of Ceara, Fortaleza, CE, Brazil.
Embrapa Tropical Agroindustry, Fortaleza, CE, Brazil.

SUMMARY The objective of this work was investigate the synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices, and optimize its formulation by the response surface methodology based on the responses: total polyphenols (TP), total antioxidant capacity (TAC), ascorbic acid content and sensorial acceptance. Camu-camu, acerola and acai were the major factors that influenced the antioxidant potential of the juice; and the yellow mombin showed a positive effect on the acceptance of the tropical juice. It was observed an antagonistic effect between acerola and camu-camu for the TAC response. The optimum formulation obtained was 20% acerola, 10% camu-camu, 10% yellow mombin, 10% cashew apple and 10% acai, which was responsible for a response of 155.46 mg.100 g⁻¹ of ascorbic acid, 103.01 mg of GAE.100 g⁻¹ of TP, 10.27 µM Trolox g⁻¹ of TAC and approximately 6.1 of acceptance.

Key words: Tropical fruit, total polyphenols, total antioxidant capacity, ascorbic acid, functional food.

RESUMEN. Efectos sinérgicos, aditivos y antagonísticos de mezclas de pulpa frutas en la capacidad antioxidante total y compuestos bioactivos en los zumos de frutas tropicales. El objetivo de este trabajo fue investigar los efectos sinérgicos, aditivos y antagonísticos de mezclas de diferentes frutas tropicales en la capacidad antioxidante total (TAC) y compuestos bioactivos presentes en los jugos mixtos, y optimizar su formulación por la metodología de superficie de respuesta basado en las evaluaciones de: polifenoles totales (TP), capacidad antioxidante total (TAC), contenido de ácido ascórbico y la aceptación sensorial. Camu-camu, acerola y acai fueron las frutas que más influyeron en el potencial antioxidante del jugo mixto; y el jobo mostró un efecto positivo en la aceptación del jugo mixto tropical. Se observó un efecto antagónico entre acerola y camu-camu para la TAC. La formulación óptima obtenida contenía 20% acerola, 10% de camu-camu, 10% el jobo, 10% de manzana de marañón y 10% de acai, la cual ha proporcionado contenidos medio de 155,46 mg.100 g⁻¹ de ácido ascórbico, 103,01 mg de GAE.100 g⁻¹ de TP, 10,27 mM Trolox g⁻¹ de TAC y aproximadamente 6.1 de aceptación sensorial.

Palabras clave: Frutas tropicales, polifenoles totales, capacidad antioxidante total, ácido ascórbico, alimento funcional.

INTRODUCTION

In recent years there has been an increase in the availability of tropical fruit drinks with potential health benefits (1). Nutrient-rich beverages are gaining popularity due to the desire of consumers for healthy drinking while experiencing new and exotic flavors, and due to the focus of industries to produce beverages with the health claim as a parameter of differentiation (2).

Tropical fruits are widely accepted by consumers

and are important sources of antioxidant compounds. Among the tropical fruits, the acai (*Euterpe oleracea*) has significant anthocyanin content, lipids and fibers (3), gained popularity in North America and in the European countries lately as a new “super fruit” largely due to its extremely high antioxidant capacity. Camu-camu (*Myrciaria dubia*), acerola (*Malpighia emarginata*) and cashew apple (*Anacardium occidentale*) are recognized for its high vitamin C content (4, 5), being the camu-camu one of the richest sources of vitamin C ever studied (6). These fruits also

represent a source of phenolic compounds that exert beneficial effects on human health since they have recognized antioxidant capacity. Moreover, yellow mombin (*Spondias mombim*) is very appreciated by Brazilian consumers due to its exotic and appreciated flavor besides its higher levels of phenolics and antioxidant compounds than the majority of fruits consumed (7).

The natural combination of phytochemicals in fruits and vegetables is responsible for its potent antioxidant activity. There are ~8000 phytochemicals presents in whole foods, and these compounds differ in molecular size, polarity, and solubility. These differences may affect the bioavailability and distribution of each phytochemical in different macromolecules, subcellular organelles, cells, organs and tissues (8). For this reason, a combination of different foods, may exhibit additive, synergistic or antagonistic interactions among their different phytochemicals.

Wang et al. (9) define the additive, synergistic and antagonistic effects in foods, were a food combination that provides the sum of the effects of the individual components is an additive effect; a synergistic effect occurs when the effect is greater than the sum of individual components, and antagonism occurs when the sum of the effects is less than the mathematical sum that would be predicted from individual components. To measure these interactions, a response surface methodology (RSM) could be applied. By definition, RSM is an empirical technique, which employs multiple regression analysis of the quantitative data obtained from properly designed experiments to simultaneously solve multivariate equations. The graphical representations of these equations are called a response surface contour that describes the cumulative interactions of the test variables on the response (10).

The objective of the present study was to find a possible synergism, additive and antagonism effect among six tropical fruits (camu-camu, acerola, yellow mombin, cashew apple, mango and acai) and to establish the optimum concentrations of each fruit to obtain a juice with high levels of ascorbic acid, polyphenols (TP), total antioxidant capacity (TAC) and good acceptance using two-sequential statistical plannings (fractioned factorial design followed by response surface methodology).

MATERIALS AND METHODS

Materials

Camu-camu frozen pulp (*Myrciaria dubia* H. B. K. *McVough*) was purchased at the local market in Belém – Pará – Brazil. The frozen pulp of yellow mombin (*Spondias mombim*), mango (*Mangifera indica* L) and acai (*Euterpe oleracea*) was obtained from the local market in Fortaleza – Ceará - Brazil. The acerola fruit (*Malpighia emarginata*) and cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) were harvested at Embrapa Tropical Agroindustry's Pacajus Experimental Station, and processed to obtain the pulps. All the pulps were then frozen and stored at -18°C for further use in the experimental design.

Tropical fruit juice formulations

All the formulations were prepared according to the experimental designs, and after the addition of each pulp (independent variables of the planning). The formulations were completed to 50% with pineapple pulp (*Ananas comosus*), that represents the minimal level of fruit pulp required by IN 12/2003 (11) for tropical juice specification. Food grade sugar was added to standardize soluble solids content at 12° Brix. The bioactive compound concentrations that aimed to optimize in the juice formulations, were based on epidemiological studies and in relation to the antioxidant intake in the Mediterranean diet (MD), provided by Saura-Calixto & Goñi (12), in which these authors suggest a daily intake of 3500-5300 µM Trolox equivalent, as measured by the ABTS method. Ascorbic acid and total phenolic content (TP) were also evaluated as functional substances in the juices. Considering the low acceptance of some tropical juice due to their high acidity and specific taste, the sensorial acceptance was used as a dependent variable for the experimental planning.

Experimental design and statistical analysis

An integrated optimization strategy involving a combination of different designs was employed to optimize the contents of ascorbic acid, TP, TAC, and the acceptance of a tropical juice. The first design was to identify which variables were the most important for the increase of the bioactive compounds of the juice. Then, a full factorial design was used to optimize the concentration of these variables. For the screening of the variables, a fractional design (26-1) was used. The minimum, maximum and mean values for each pulp fruit were set at 0%, 15% and 30% (w/v), for

camu-camu and acerola; and 0%, 5% and 10% (w/v) for acai, mango, yellow mombin and cashew apple. The levels were selected based on previous studies (unpublished results), and $P < 0.10$ were considered to be statistically significant.

Based on the results of the fractional factorial design, a five-level (25) central composite design (CCD) was employed to optimize the values of ascorbic acid, TP, TAC, and sensorial acceptance of the juices. The minimum and maximum values for each pulp fruit were set at 0% ($-\alpha$) and 20% ($+\alpha$). All the experiments were carried out in order to have a random selection method to minimize the effect of unexplained variability in the obtained responses due to systematic errors. The analysis of variance (ANOVA) was applied to validate the model, and the regression coefficients were then used to generate response surfaces. The $P < 0.05$ was considered to be statistically significant. All results were performed using Statistica 7.0.

Ascorbic acid, total polyphenols (TP) and total antioxidant capacity (TAC) determination

Ascorbic acid content was determined in the fresh fruit pulp and juice formulations by a titration method, based on the reduction of the indicator, 2,6-dichloroindophenol. To TP and TAC analysis, an extract was prepared according with the procedure developed by Larrauri et al. (13): fresh and lyophilized samples from the pretesting stage were weighed (g) in centrifuge tubes and extracted sequentially with 4 mL of methanol/water (50:50, v/v) at room temperature for 1 h. The tubes were centrifuged at 25,400g for 15 min and the supernatant was recovered. Then 4 mL of acetone/water (70:30, v/v) was added to the residue at room temperature, extracted for 60 min and centrifuged. Methanol and acetone extracts were combined, then filled up to 10 mL with distilled water and used to determine TAC and TP.

In the total polyphenols analysis, extracts (1.0 mL) were mixed with 1 mL of Folin–Ciocalteu reagent (1:3), 2 mL of 20% sodium carbonate solution and 2 mL of distilled water. After 1 h, absorbance at 700 nm was read in the spectrophotometer. Results were expressed as g of gallic acid equivalents

(GAE) 100 g⁻¹ (14).

Total antioxidant capacity by the ABTS^{•+} assay was based on a method developed by Miller et al. (15) with modifications. ABTS^{•+} radicals were produced by reacting 7 mM ABTS stock solution with 145 mM potassium persulfate and allowing the mixture to stand in the dark at room temperature for 12–16 h before use. The ABTS^{•+} solution was diluted with ethanol to an absorbance of 0.70 ± 0.02 at 734 nm. After the addition of 30 μ L of sample or trolox standard to 3 mL of diluted ABTS^{•+} solution, absorbance was read at 6 min after the mixing. The results were expressed as μ M Trolox g⁻¹.

Sensory analysis

The sensory evaluation of acceptance was carried out with fifty untrained panelists in the laboratory test, using nine-point structured hedonic scales (1: ‘disliked extremely’ to 9: ‘liked extremely’). The order of presentation of the samples followed balanced order.

The Project was approved by CEP-UECE ethics committee n° 11044529-5.

RESULTS

The composition of fruit pulp used in the experiments, in terms of ascorbic acid, TP and TAC, is shown in Table 1. The pulps with higher levels of functional compounds are characterized by acerola > camu-camu > acai > cashew apple > yellow mombin.

Experimental design and statistical analysis

For the ascorbic acid, both statistical planning (fractioned factorial design and CCD) indicate a significant effect for the camu-camu, acerola and

TABLE 1. Ascorbic acid, Total Polyphenols (TP) and Total Antioxidant Capacity (TAC) of different tropical fruit pulp (fresh weight).

Fruit pulp	Ascorbic acid mg 100 g ⁻¹	TP mg 100 g ⁻¹	TAC μ M Trolox g ⁻¹
Acerola	1347.2 \pm 158.1	664.27 \pm 108.95	36.88 \pm 1.54
Camu-camu	854.0 \pm 86.7	411.72 \pm 54.08	33.75 \pm 5.49
Acai*	102.8 \pm 4.8	145.87 \pm 18.16	14.67 \pm 0.75
Acai**	92.3 \pm 6.9	279.30 \pm 24.38	26.02 \pm 4.68
Cashew apple	140.1 \pm 24.8	90.97 \pm 7.23	10.87 \pm 0.13
Yellow mombin	24.8 \pm 5.2	77.97 \pm 10.02	7.29 \pm 0.50

*used in factorial fractional design; **used in CCD.

cashew apple variables. Analyzing the results at $P < 0.10$, the cashew apple had a significant effect (24.68) on ascorbic acid content, while the significant effect of camu-camu and acerola was much higher (141.75 and 141.72, respectively). Thus, in the sequential planning (CCD) at $P < 0.05$ (see Table 2), the ascorbic acid ranged from 76.84 to 201.91 mg 100 g⁻¹. The results obtained for TP and TAC were similar for the acerola and camu-camu variables, with a positive effect in both statistical plannings. The camu-camu and acerola had a positive effect for TP (66.33 and 67.40, respectively), and mango presented a negative effect (-15.08) in the fractioned factorial statistical planning. Based on these results, mango was excluded for the CCD in order to reduce the number of variables. Among the variables tested in relation to TAC, camu-camu and acerola showed similar positive effects (6.38 and 6.86, respectively).

The results obtained in the second planning (CCD) (see Table 2), showed a range of 57.1 to 126.95 mg GAE 100 g⁻¹; and 2.73 to 10.27 μ M Trolox g⁻¹ for the TP and TAC responses, respectively. The variables camu-camu, acerola and acai present a additive effect in the TP, and no synergistic or antagonistic effect was observed in this variable. For TAC, an antagonistic

effect may be observed between acerola and camu-camu. Considering $P < 0.05$, camu-camu and acerola were statistically significant for both responses, and acai presented effect on TP, although for TAC, its effect can be observed at $P < 0.10$.

In sensory evaluation, considering the effect of each fruit pulp in the acceptance ($P < 0.10$), only yellow mombin presented a significant positive effect (0.71) and camu-camu a negative effect (-1.62). For CCD, the scores were in a range of 5.2 to 7.1.

ANOVA, surface plots and quadratic models

Analysis of variance for the four dependents variables (see Table 3) indicated that the response surface models developed for ascorbic acid ($R^2 = 0.94$), TP ($R^2 = 0.87$), and TAC ($R^2 = 0.79$), were adequate. Unfortunately, for sensorial acceptance the R^2 was 0.63. The lack of fit, which measures the fitness of the model, did not result in a significant F-value for ascorbic acid, TP and TAC, indicating that these models are accurate for predicting those responses. The coefficients of determination (R^2) values of all responses are quite high, indicating that a high proportion of variability was explained by the data and that the RSM models were adequate (Table 3). However, for the response acceptance, the

TABLE 2. Experimental Design and Results in Response Surface Methodology (RSM) Studies: axial and central points.

Run n°	Independent variables					Dependent variables			
	Camu-camu x_1	Acerola x_2	Acai x_3	Cashew apple x_4	Yellow mombin x_5	Ascorbic acid mg 100g ⁻¹	TP mg 100 g ⁻¹	TAC μ M Trolox g ⁻¹	Sensorial acceptance
1 to 32									
33	-2.38	0	0	0	0	145.09	86.20	5.07	7.0
34	+2.38	0	0	0	0	179.38	98.40	7.91	6.2
35	0	-2.38	0	0	0	76.84	57.10	3.59	6.4
36	0	+2.38	0	0	0	155.46	103.01	10.27	6.1
37	0	0	-2.38	0	0	138.63	69.80	6.69	6.8
38	0	0	+2.38	0	0	126.11	108.50	6.86	5.9
39	0	0	0	-2.38	0	125.03	85.75	7.64	6.9
40	0	0	0	+2.38	0	124.96	95.95	7.23	6.5
41	0	0	0	0	-2.38	98.91	77.75	6.73	6.6
42	0	0	0	0	+2.38	116.76	85.05	6.38	6.7
43	0	0	0	0	0	129.98	88.05	7.25	5.9
44	0	0	0	0	0	122.71	89.00	7.39	6.1
45	0	0	0	0	0	121.86	91.3	7.14	6.3
46	0	0	0	0	0	124.56	90.00	7.34	6.4

Independent variables: concentration of pulp used at each CCD level: 0% (-2.38) 5.8% (-1) 10% (0) 14.2% (+1) e 20% (+2.38). The factorial 25 = 32 run, corresponding to +1 and -1 combinations were not shown.

TABLE 3. Anova for Response Surface Quadratic Model.

Variation source	SS	df	MS	$F_{calc.}$	F_{tab}
Ascorbic acid					
Regression	333391.27	5	6678.25	63.83	4.46
Residues	4394.53	42	104.63		
Lack of fit	4354.62	37	117.69	8.85	
Pure error	39.90	3	13.3		
Total	37785.80	45			
TP					
Regression	10135.14	3	3378.38	54.19	8.59
Residues	2618.46	42	62.34		
Lack of fit	2612.66	39	69.99	36.13	
Pure error	5.81	3	1.94		
Total	12753.86	45			
TAC					
Regression	76.18	3	25.39	23.36	8.59
Residues	45.65	42	1.09		
Lack of fit	45.61	39	1.17	97.50	
Pure error	0.04	3	0.01		
Total	121.83	45			
Sensorial acceptance					
Regression	3.74	3	1.25	11,36	8.59
Residues	4.83	42	0.11		
Lack of fit	4.69	39	0.12	2.40	
Pure error	0.15	3	0.05		
Total	8.57	45			

SS: Sum of squares. df: Degrees of freedom. MS: Means Square

F-value was 11.36, and the F-tab was 8.59. Although F-value was higher than F-tab, the model does not fit the response very well, considering the low value of R^2 . Analysis of variance (ANOVA) was performed considering only the statistically significant ($P < 0.05$) variables, and valid models were defined by Eq. (1), Eq. (2) and Eq. (3):

$$\text{Ascorbic acid} = 124.64 + 12.07 x_1 + 7.29 (x_1)^2 + 22.09 x_2 + 4.79 x_4 + 7.93 x_4 x_5 \quad (1)$$

$$\text{TP} = 90.97 + 6.16 x_1 + 12.33 x_2 + 6.63 x_3 \quad (2)$$

$$\text{TAC} = 6.38 + 0.65 x_1 + 0.95 x_2 - 0.76 x_1 x_2 \quad (3)$$

Where x_1 , x_2 , x_3 , x_4 and x_5 are coded variables (see Table 2).

The effect of ascorbic acid is described by a second order equation, and a surface plot (Figure 1) was elaborated using acerola and camu-camu, considering that these variables are the most important for this response. Thus, TP is mainly affected by acerola, camu-camu and acai, and it is possible to verify this positive effect in the Figure 2, showing the interaction between camu-camu and acai. Considering the TAC,

the results indicated that acerola and camu-camu presented a positive effect, and an antagonism between these variables can be observed (Figure 3).

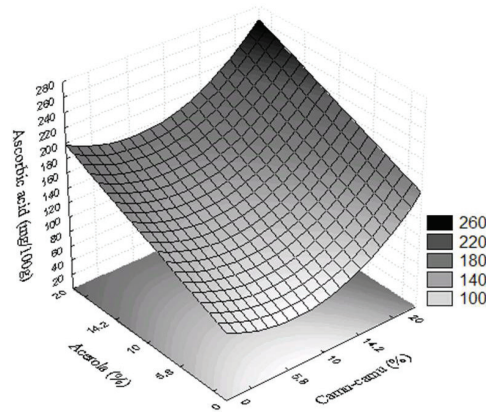


FIGURE 1. Surface plot of the Ascorbic Acid content as function of camu-camu and acerola concentration.

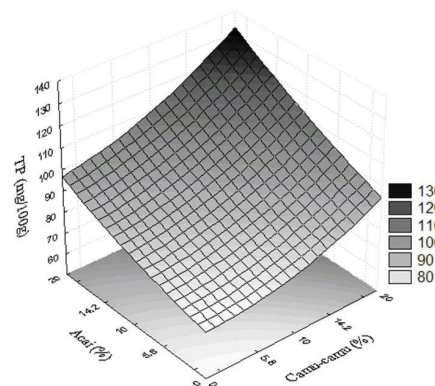


FIGURE 2. Surface plot of the TP (Total Polyphenols) content as function of camu-camu and acai concentration.

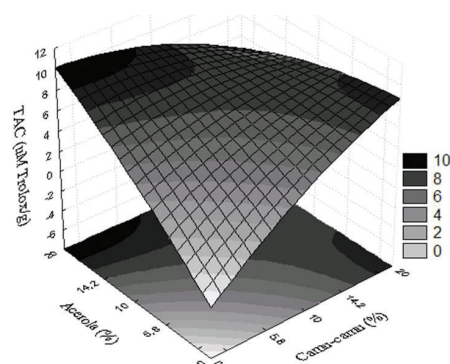


FIGURE 3. Surface plot of the TAC (Total Antioxidant Capacity) as function of camu-camu and acerola concentration.

DISCUSSION

The camu-camu and acerola pulps presented the higher levels of functional compounds, as shown in Table 1, and the influence of these fruits can be viewed in both statistical planning, where they represent the variables with the high effects in ascorbic acid, TP and TAC. By analyzing the results obtained, it was possible to determine the effects and the synergistic/antagonistic interactions between the studied variables, and to define a valid model using the statistically significant variables. The effects of each statistically significant variable are completely comprehensible since the literature reports that camu-camu, acerola and cashew apple are the richest sources of vitamin C (16). Therefore, the incorporation of camu-camu, acerola and cashew apple, at the levels tested in this work, was fundamental to obtain a beverage with high levels of this vitamin, as suggested by some authors (17).

Total polyphenols (TP) and total antioxidant capacity (TAC)

The results obtained for total polyphenols (TP) and total antioxidant capacity (TAC) were similar for the acerola and camu-camu variables, with a positive effect in both statistical plannings. For acai, no effect was observed, although several studies have demonstrated that the acai exhibits high antioxidant capacity due to the high polyphenols content (3, 18). A hypothesis for this discrepancy is based on the quality of the pulp used in the first experiment. According to Souza et al. (3), in the acai pulp extraction process, the addition of water may contribute to the differences in the levels of polyphenols. Based on this fact, before starting the CCD, some commercial acai pulps were analyzed (data not shown), and a pulp with 279.30 mg 100 g⁻¹ of TP, almost two times more (see Table 1) than that used in the first planning, was selected to be used in the CCD, resulting, as expected, in a significant effect.

The results obtained in the second planning (CCD) (see Table 2), showed the variables camu-camu, acerola and acai with an additive effect in the TP, and no synergistic or antagonistic effect was observed. For TAC, an antagonistic effect was observed between acerola and camu-camu. Considering $P < 0.05$, camu-camu and acerola were statistically significant for both responses, and acai presented effect on TP, although for TAC, its effect can be observed at $P < 0.10$.

Some studies suggest a positive and significant correlation between TAC, ascorbic acid and TP, being that TP is considered the most important factor to improve the TAC values (17, 5). According to the references, the camu-camu, acerola and acai are important sources of phenolic compounds. Recently, Chirinos et al. (16) found high levels of phenolic compounds in camu-camu pulp, with an average of 1286 mg GAE 100 g⁻¹ of fresh matter. Akter et al. (19) reviewed the nutritional composition and health promoting phytochemicals of camu-camu and concluded that it might be used as a functional food or for nutraceutical purposes. Rufino et al. (5), evaluated bioactive compounds and the antioxidant capacity of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil, and obtained values of fresh matter of 1176 mg GAE 100 g⁻¹ for camu-camu, and 1063 mg GAE 100 g⁻¹ for acerola. For TP, the authors suggested three categories of fruits: low (< 100 mg GAE 100 g⁻¹), medium (100-500 mg GAE 100 g⁻¹) and high (> 500 mg GAE 100 g⁻¹), and considering this classification, camu-camu and acerola can be considered fruits with high concentrations of phenolic compounds. Although acai is considered as medium, the value obtained for this fruit (454 mg GAE 100 g⁻¹) can be considered close to the limit of fruits considered with a high content of polyphenols.

Abreu et al. (20) evaluated mango, passion fruit and cashew apple as components of beverages rich in bioactive compounds. The results obtained range from 51.70 to 62.59 mg GAE 100 g⁻¹, significantly lower than that found in our work. However, using acerola, pineapple and green coconut water, Pereira et al. (17) obtained values of TP of 150.79 ± 6.92 mg GAE 100 g⁻¹ in concentrations of 20%, 15% and 65%, respectively. The authors suggest that the acerola showed an important role for TP values of the beverages. This was in agreement with those observed in the statistical planning of this experiment, where acerola and camu-camu represented the variables with the highest contribution for the response TP and, consequently, TAC.

As mentioned before, the effect of acerola and camu-camu were positive ($P < 0.05$) for both responses (TP and TAC), although a negative effect may be observed in the interaction between camu-camu and acerola only for TAC. Several hypotheses have been developed to explain synergistic and antagonistic effects of antioxidant combinations (21).

However, Wang et al. (9) suggest that the majority of investigations are still limited to *in vitro* tests on purified antioxidant mixtures, different compounds in a specific food, or similar foods within the same fruit or vegetable categories. It was not clear as to how the phytochemicals in these studies interact with each other and how the interactions lead to synergistic effects. More work is needed to investigate the possible causes of the antagonism among camu-camu and acerola. However, we suggest two possibilities to explain this result: an antagonistic interaction between certain mixtures of polyphenols; the prooxidant action of ascorbic acid at a higher concentration (22), or it could be caused by both.

Acceptance

The sensory evaluation results showed a positive effect for the use of yellow mombin and a negative effect for camu-camu, in the fractional design. However, camu-camu was important to improve the antioxidant capacity, phenolic and ascorbic acid contents of the tropical juice. In the CCD, the results were positively influenced by yellow mombin, while the use of larger amounts of camu-camu decreases the acceptance. This result is in agreement with the results obtained by Souza-Filho et al. (21), which showed low acceptance of nectar composed of high content of camu-camu, in contrast with yellow mombin, that showed high sensorial acceptance. Vidigal et al. (2) evaluate the sensorial acceptance of four exotic tropical fruit juices (acai, camu-camu, yellow mombin and umbu) through internal preference mapping and the cajá and umbu juices showed higher sensory acceptance and the camu-camu juice had the highest sensory rejection. Some authors suggest that the camu-camu consumption is still restricted due to its high acidity, bitterness, and skin astringency, thus needing the use of proper technologies for processing (4). Nevertheless, the contribution of camu-camu in the levels of bioactive compounds is clear, and this fruit can be associated with other fruits to improve its sensory acceptance.

Surface plots and models

The equations and surface plots describes the synergistic or antagonistic effects of mixed fruit juices. The effect of ascorbic acid is described by a second order equation, and a surface plot (Figure 1) was elaborated using acerola and camu-camu, considering that these variables are the most important

for this response. Thus, TP is mainly affected by acerola, camu-camu and acai, and it is possible to verify this positive effect in the Figure 2, showing the interaction between camu-camu and acai. Considering the TAC, the results indicated that acerola and camu-camu presented a positive effect, and an antagonism between these variables can be observed (Figure 3).

Studies on diet patterns give an indication of what nutrients are beneficial to health. According to Saura-Calixto et al. (12), in the Mediterranean dietary pattern, the total antioxidant capacity (TAC) of the overall diet is 3500 to 5300 trolox equivalent per person per day, together with fatty acid ratio, phytoesterols and the dietary fiber intake. The intake of these compounds is strongly linked with consumption of fruits, vegetables and whole grains. Hervert-Hernández et al. (24) determined an average daily intake of polyphenols higher than 800 mg/day, and 1000 to 2000 μM Trolox eq per day.

Due to practical reasons, based on the results of TAC, TP and ascorbic acid found in this investigation, the use of 20% acerola, 10% camu-camu, 10% yellow mombin, 10% cashew apple and 10% acai was established, responsible for 177.18 mg 100 g⁻¹ of acid ascorbic, 120.30 mg GAE 100 g⁻¹ of TP and 8.64 μM Trolox g⁻¹ of TAC (predictive results). Although the F value and R² for sensorial acceptance are not adequate for the statistical model, it is important to observe that all the beverages tested in this work have acceptance scores above 5. The optimized beverage is able to supply in one package (200 mL) nearly 50% of the daily intake of antioxidant compounds recommended by Saura-Calixto et al. (12) and, in addition, is rich in ascorbic acid, polyphenols compounds and has a good acceptance.

CONCLUSION

Based on the results of the fractioned planning and the central composite design, the concentration of camu-camu, acai, acerola, yellow mombin and cashew apple have significant effects on the total phenolic (TP), total antioxidant capacity (TAC), ascorbic acid and acceptance of the fruit juices. The use of surface plots in RSM was effective for estimating the effect of the fruit pulps on the ascorbic acid, TP and TAC variables, and investigates the interactions (antagonism, additive or synergism) among these fruits. The optimum set of the independent variables was obtained graphically

in order to obtain a juice with a high content of polyphenols, antioxidant capacity, ascorbic acid and a good acceptance. A daily consumption of 200 mL of the tropical juice composed of 20% acerola, 10% camu-camu, 10% yellow mombin, 10% caju and 10% acai is responsible for approximately 50% of the amount of antioxidants recommended by the Mediterranean pattern diet, therefore being a rich source for these bioactive compounds.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) and National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for their financial support and to the Coordination for the Improvement of Higher Level -or Education- Personnel (CAPES) for providing a Doctoral scholarship for the first author.

REFERENCES

1. Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B. & Lugasi, A. Functional food. Product, development, marketing and consumer acceptance – a review. *Appetite*. 2008. 51: 456-467.
2. Vidigal, M.C.T.R., Minim, V.P.R., Carvalho, N.B., Milagres, M.P. & Gonçalves, A.C.A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic brazilian fruit juices: açai (*Euterpe oleracea Mart.*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cajá (*Spondias lutea L.*) and umbu (*Spondias tuberosa Arruda*). *Food Res Int.* 2011. 44: 1988-1996.
3. Souza, M.C., Figueiredo, R.W., Maia, G.A., Alves, R.E., Brito, E.S., Moura, C.F.H. & Rufino, M.S.M. Bioactive compounds and antioxidant activity on fruits from different açai (*Euterpe oleracea Mart*) progenies. *Acta Hort.* 2009. 841: 455-458.
4. Maeda, R.N., Pantoja, L., Yuyama, L.K.O. & Chaar, J.M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia McVaugh*). *Ciênc Tecnol Aliment.* 2006. 26: 70-74.
5. Rufino, M.S.M., Alves, R.E., Brito, E.S., Perez-Jimenez, J., Saura-Calixto, F., Mancini-Filho, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 2010. 121: 996-1002.
6. Genovese, M.I., Pinto, M.S., Souza, S.G.A.E. & Lajolo, F.M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. *Food Sci Tech Int.* 2008. 14: 207-214.
7. Tiburski, J.H., Rosenthal, A., Deliza, R., Godoy, R.L.O. & Pacheco, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin L.*) pulp. *Food Res Int.* 2011. 44: 2326-2331.
8. Liu, R.H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr.* 2003. 78: 517S-520S.
9. Wang, S., Meckling, K.A., Marcone, M.F., Kakuda, Y. & Tsao, R. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. *J Agric Food Chem.* 2011. 59: 960-968.
10. Jo, M.S., Rene, E.R., Kim, S.H. & Park, H.S. An analysis of synergistic and antagonistic behavior during BTEX removal in batch system using response surface methodology. *J Hazardous Materials.* 2008. 152: 1276-1284.
11. BRASIL. 2003. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical. *Diário Oficial da União, Brasília, 09 de setembro de 2003.*
12. Saura-Calixto, F. & Goñi, I. Definition of the mediterranean diet based on bioactive compounds. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009. 49: 45-152.
13. Larrauri, J.A., Rupérez, P. & Saura-Calixto, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *J Agr Food Chem.* 1997. 45: 1390-1393.
14. Obanda, M. & Owuor, P.O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. *J Sci Food Agric.* 1997. 74: 209-215.
15. Miller, N.J., Diplock, A.T., Rice-Evans, C., Davies, M.J., Gopinathan, V. & Milner, A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci.* 1993. 84: 407-412.
16. Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R. & Campos, D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh*) fruit at different maturity stages. *Food Chem.* 2010. 120: 1019-1024.
17. Pereira, A.C.S., Siqueira, A.M.A., Farias, J.M., Maia, G.A., Figueiredo, R.W. & Sousa, P.H.M. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco, polpa de abacaxi e acerola. *Arch Latinoam Nutr.* 2009; 59: 441-447.
18. Hassimotto, N.M., Genovese, M.I. & Lajolo, F.M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *J Agric Food Chem.*

2005. 53: 2928-2935.
19. Akter, M.S., Oh, S., Eun, J.B. & Ahmed, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Res Int.* 2011. 44: 1728-1732.
 20. Abreu, D.A., Silva, L.M.R., Lima, A.S., Maia, G.A., Figueiredo, R.W., Sousa, P.H.M. Desenvolvimento de bebidas mistas à base de manga, maracujá e caju adicionadas de prebióticos. *Alim Nutr.* 2011. 22: 197-203.
 21. Freeman, B.L., Eggett, D.L. & Parker, T.L. Synergistic and antagonistic interactions of phenolic compounds found in navel oranges. *J Food Sci.* 2010. 75: 570-576.
 22. Yen, G., Duh, P. & Tsai, H. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 2002. 79: 307-313.
 23. Souza-Filho, M.S.M., Lima, J.R., Nassu, R.T., Borges, M.F. & Moura C.F. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil: estudo exploratório. *Braz J Food Tech.* 2002. 5: 139-143.
 24. Hervert-Hernández, D., García, O.P., Rosado, J.L. & Goñi, I. The contribution of fruits and vegetables to dietary intake of polyphenols and antioxidant capacity in a Mexican rural diet: Importance of fruit and vegetable variety. *Food Res Int.* 2011. 44: 1182-1189.

Recibido: 24-10-2014
Aceptado: 30-01-2015

Características físicas y antioxidantes de semillas y productos de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*)

Beatriz Mejía-Garibay, José Ángel Guerrero-Beltrán, Enrique Palou, Aurelio López-Malo

Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla, México.

RESUMEN: En este trabajo se evaluaron la composición, algunas características físicas (densidad, índice de refracción y color), capacidad antioxidante (DPPH) y perfil de ácidos grasos de semillas de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*), sus aceites y residuos de la extracción del aceite. La densidad de los aceites de mostaza negra y amarilla fue de $0,912 \pm 0,01$ y $0,916 \pm 0,01$ g/mL, respectivamente; y el índice de refracción fue de $1,4611 \pm 0,01$ y $1,4617 \pm 0,01$, respectivamente, no mostrando diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las dos mostazas. Los parámetros de color del aceite de semilla de mostaza negra y amarilla tienden hacia los tonos amarillos-verdosos y tonos amarillos-rojizos, respectivamente; respecto a la actividad antioxidante, se observó una variación desde 25 mg equivalentes de Trolox/100 g en el aceite de semilla de mostaza amarilla hasta 1,366 mg equivalentes de Trolox/100 g en la pasta residual de mostaza negra. El perfil de ácidos grasos de la semillas de mostaza negra muestran que el ácido graso predominante es el oleico (22,96%), seguido por linoleico (6,63%) y linolénico (3,22%), mientras que para la semilla de mostaza amarilla es el erúxico (6,87%), seguido por oleico (5,08%) y linolénico (1,87%).

Palabras clave: Capacidad antioxidante, DPPH, mostaza negra (*Brassica nigra*), mostaza amarilla (*Brassica alba*).

SUMMARY: Physical and antioxidant characteristics of black (*Brassica nigra*) and yellow mustard (*Brassica alba*) seeds and their products. The composition, some physical properties (density, refraction index, and color), antioxidant capacity (DPPH), and fatty acid profile of seeds of black (*Brassica nigra*) or yellow mustard (*Brassica alba*) were evaluated, as well as for their oils and residues from oil extraction. Density of the black and yellow mustard oils were 0.912 ± 0.01 and 0.916 ± 0.01 g/mL, respectively; their refraction indexes were 1.4611 ± 0.01 and 1.4617 ± 0.01 , respectively; being not significantly different ($p > 0.05$) between two mustards. Color parameters of the black and yellow mustard oils presented greenish-yellow tones and reddish-yellow tones, respectively; regarding antioxidant activities, these ranged from 25 mg equivalents of Trolox/100 g in the yellow mustard oil to 1,366 mg equivalents of Trolox/100 g in the residues from oil extraction of black seed mustard. The fatty acid profile of the black mustard seed revealed that its predominant fatty acid is oleic (22.96%), followed by linoleic (6.63%) and linolenic (3.22%), whereas for yellow mustard seed the major fatty acid is erucic (6.87%), followed by oleic (5.08%) and linoleic (1.87%) acids.

Key words: Antioxidant capacity, DPPH, black mustard (*Brassica nigra*), yellow mustard (*Brassica alba*).

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos reportes relacionados a la actividad antioxidante de fracciones de plantas y especias (1). Los antioxidantes sintéticos están siendo restringidos debido a posibles efectos negativos relacionados con la salud (2). Por otra parte, una gran variedad de especias han sido reconocidas por tener propiedades medicinales y poseer efectos benéficos para la salud, tales como actividad antioxidante, estimulación digestiva, actividad antimicrobiana, efecto hipolipidémico, actividad anti-mutagénica y potencial anti-carcinogénico, entre otros (3, 4).

La mostaza (*Brassica spp.*) es una de las especias que desde la antigüedad ha sido usada como fuente de aceite comestible e ingrediente en infinidad de alimentos; además en la medicina tradicional, como antídoto contra picaduras de escorpión y mordidas de víboras. Esta especia ocupa el tercer lugar como el condimento más importante después de la sal y la pimienta. Las mostazas son miembros de las familias Cruciferaeae o Brassicaceae. El género *Brassica* consiste de 150 especies de plantas anuales o bienales, algunas de las cuales son cultivadas para obtener aceite o ser usadas como forraje. Las tres especies de mostaza

más cultivadas son las llamadas, negra (*Brassica nigra*), blanca o amarilla (*Brassica alba*) y parda (*Brassica juncea*). La diferencia entre estos tipos de mostazas son los compuestos químicos denominados glucosinolatos; la semilla de mostaza amarilla contiene “sinalbina” y las semillas de mostaza parda y negra contienen “sinigrina”. Estos glucosinolatos son compuestos que se encuentran en forma natural en las plantas de la familia Brassicaceae, y son parte de su mecanismo de defensa frente a insectos, los glucosinolatos pueden presentarse junto con la enzima que los puede hidrolizar, y son los responsables de los olores y sabores característicos tanto de la semilla como de los productos de mostaza (5). La toxicidad de los glucosinolatos, en dosis elevadas, es atribuida a la actividad de sus derivados hidrolizados: los isotiocianatos, tiocianatos, oxazolidinonas y los nitrilos (6).

Los extractos obtenidos de semillas del género Brassicaceae tienen potente actividad antioxidante; esta se debe a los compuestos fenólicos presentes (7). Las harinas obtenidas de semillas de mostaza contienen compuestos fenólicos bioactivos en forma de ácido sinápico y sus derivados; estos compuestos han demostrado fuerte actividad antioxidante en comparación con otros antioxidantes naturales (8). Los compuestos bioactivos son componentes minoritarios de los alimentos, considerados no nutrientes, parcialmente biodisponibles en el organismo y que han demostrado tener diversos efectos positivos en la salud del consumidor. Los polifenoles y carotenoides ejercen su principal acción biológica a través de mecanismos de anti-oxidación y secuestro de radicales libres (9).

Existen diversos estudios relacionados con la composición química y biosíntesis de algunos compuestos (10, 11) en semillas de mostaza; sin embargo, existen pocos estudios relacionados con las características físicas y actividad antioxidante de estas semillas (7, 12) así como de sus productos. El propósito de este estudio fue evaluar la composición, algunas características físicas, capacidad antioxidante y perfil de ácidos grasos de semillas de mostaza negra y amarilla, sus aceites y residuos de la extracción de dichos aceites.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*) se adquirieron en tiendas

de materias primas de la Ciudad de Puebla (México). Los ácidos 2,2'-Difenil-1-picirilhidracilo (DPPH), 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilroman-2-carboxílico (Trolox), pirogálico y tridecanoico, la solución de amiloglucosidasa, la solución de α -amilasa estable y proteasa fueron adquiridos de Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, EE.UU.). El metanol, ácido clorhídrico, éter etílico, sulfato de sodio, trifluoruro de boro (grado analítico), ácido nítrico, etanol, acetona, fosfato dibásico de sodio anhidro, fosfato monobásico monohidratado de sodio, hidróxido de sodio y ácido sulfúrico fueron adquiridos de J.T. Baker Chemical Co. (Philipsburg, NJ, EE.UU.).

Extracción de aceite: Se empleó un extractor tipo prensa para extracción de aceites marca Samson GB-9001 (Seúl, Corea del Sur) para obtener en frío el aceite a partir de semillas de mostaza amarilla y negra, el aceite extraído se filtró para eliminar los residuos. El aceite y la pasta residual después de la extracción del aceite se almacenaron en refrigeración (4°C) hasta su análisis (no más de 1 día).

Densidad, índice de refracción y color de los aceites: La densidad de los aceites se determinó mediante el uso de un picnómetro de vidrio. Éste se llenó con el aceite y se colocó en un baño con agua destilada a 25°C durante 15 min. La densidad se calculó mediante la relación masa/volumen. El índice de refracción de los aceites de mostaza se determinó con un refractómetro digital Reichert AR200 (Depew, NY, EE.UU.) a 25°C de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (13). El color de los aceites se midió transfiriendo 15 mL a una celda de cuarzo usando un colorímetro Color Gard System 05 (BYK Gardner, Reston, EE.UU.). Se determinaron los parámetros L^* , a^* , b^* en modo de transmitancia.

Análisis proximal: El análisis proximal se realizó en las semillas y pastas residuales (después de la extracción del aceite) de mostaza. Las determinaciones de humedad, grasa (extracto etéreo), proteína, contenido de cenizas y contenido de fibra dietética se ejecutaron de acuerdo a las metodologías reportadas en la AOAC (13). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia.

Capacidad antioxidante: La capacidad antioxidante se determinó en extractos obtenidos según lo reportado (14, 15) y de acuerdo al método descrito por Sreeramulu y Raghunath (12) y por Yu

et al. (16). Se obtuvieron extractos de acuerdo a la metodología reportada por Sing et al. (14) con ligeras modificaciones. La extracción de los compuestos con capacidad antioxidante se realizó con diferentes cantidades de muestra dependiendo de su naturaleza (aceite, pasta residual de la extracción de aceite o semilla entera). Se emplearon 15 mL de aceites de mostaza negra y amarilla, y 500 mg de semilla entera (molida) o pasta residual de la obtención del aceite. Las diferentes cantidades de muestra se mezclaron con 20 mL de metanol al 70% acidificado con HCl al 0,1% y se agitaron durante 4 h a temperatura ambiente (13). Posteriormente, las muestras se centrifugaron a 10.000 rpm durante 15 min a 10°C; el sobrenadante se separó y se filtró a través de papel filtro Whatman No.1.

La actividad de atrapamiento del radical DPPH se basa en la habilidad del antioxidante para atrapar cationes del radical DPPH (16). Se tomaron 100 μ L de cada uno de los extractos y se colocaron en tubos de ensayo, se añadieron 2,9 mL de DPPH (0,1 mM), se mezclaron vigorosamente usando un vortex y se midió la absorbancia inicial (ABS inicial) a 517 nm usando un espectrofotómetro UV-visible marca UNICO® 2800H (Dayton, NJ, EE.UU.). A la mezcla se le dejó reaccionar en oscuridad por 30 min (tiempo seleccionado en base a pruebas previas, y que corresponde al tiempo suficiente para el desarrollo de la reacción) a temperatura ambiente y se midió la absorbancia final (ABS final) a 517 nm. Con los datos anteriores se calculó el % de inhibición aplicando la Ecuación 1.

$$\%Inhibición = \left[\frac{ABS_{inicial} - ABS_{final}}{ABS_{inicial}} \right] \times 100$$

(Ecuación 1)

A partir del porcentaje de inhibición y la ecuación de la curva estándar del antioxidante de referencia se calculó la concentración del antioxidante (expresado en equivalentes de Trolox) en la muestra. Para la preparación de la curva estándar, en tubos de ensayo se colocaron desde 0 hasta 100 μ L de Trolox de concentración 25 mg/100 mL, el volumen correspondiente de metanol al 70% acidificado con HCl al 0,1% para hacer un volumen de 100 μ L, se mezclaron perfectamente y posteriormente se siguió el

mismo procedimiento que para los extractos. Una vez obtenidas las absorbancias, se calculó el porcentaje de inhibición de acuerdo a la Ecuación 1 y se graficaron los promedios de cada solución estándar en función de la concentración (μ g) de Trolox presente. Al graficar los datos anteriores, se obtuvo por regresión lineal la ecuación de la curva estándar para obtener la concentración de Trolox presente en las muestras analizadas.

Perfil de ácidos grasos en semillas de mostaza y aceites de mostaza: El análisis de composición de ácidos grasos fue realizado de acuerdo al método 996.06 de la AOAC (13). Los ácidos grasos fueron transformados en metil-ésteres añadiendo 2 mL de éter etílico a 100 mg de la grasa extraída de las semillas o aceite y evaporando a sequedad en un baño María a 40°C. Posteriormente se enfrió la mezcla y se añadieron 2 mL de trifluoruro de boro (7% BF₃) y 1 mL de tolueno incubando a 100°C por 45 min. La solución fue enfriada y mezclada con 1 mL de n-hexano, 1 mL de agua destilada y 1 g de sulfato de sodio, esta mezcla se agitó por 1 min y se formaron dos capas; se tomaron de la capa superior los metil-ésteres y fueron transferidos a un vial de 2 mL y almacenados a 4°C para su posterior análisis por cromatografía. La composición de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases con un equipo Agilent Technologies 6890 Series GC System (Palo Alto, CA, EE.UU.) acoplado a un detector de ionización de flama y una columna capilar SUPELCO SP2560 de 32mm de D.I. x 0.25 μ m de df (Bellefonte, PA, EE.UU.). La temperatura inicial del horno fue 50°C (2 min) y se incrementó hasta 250°C (10 min) a 12°C/min. La temperatura del detector fue 300°C. El gas de arrastre fue helio de alta pureza (99,999%), usado a un flujo de 40 mL/s y el gas auxiliar fue nitrógeno a un flujo de 30 ml/min. El inyector Split (10:1) se mantuvo a 250°C y el volumen de inyección fue de 1,0 μ L. La identificación de los metilésteres de ácidos grasos se realizó por comparación directa de sus tiempos de retención con el patrón FAME (Fatty Acid Methyl Ester Mix SUPELCO Cat. N°18918-1 AMP).

Análisis estadístico: Los resultados se expresan en términos de la media y la desviación estándar de al menos 3 determinaciones independientes. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) utilizando el programa Minitab 16 (Minitab, Inc. PA, EE.UU.).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la composición proximal de las semillas de mostaza negra y amarilla, así como para las pastas residuales, resultantes de la extracción de aceite. Las semillas de mostaza analizadas se caracterizan por su bajo contenido de humedad (6,62% y 7,31% para semilla de mostaza negra y amarilla, respectivamente), elevado contenido de grasa, 33,62% y 22,26% para mostaza negra y amarilla, respectivamente; así como un aporte proteínico importante. Los contenidos de proteína fueron de 26,88% y 27,32% para las pastas de semillas de mostaza negra y amarilla, respectivamente, mientras que el contenido de cenizas fue mayor en la pasta de mostaza amarilla que en la pasta de mostaza negra. Otro de los componentes mayoritarios fue la fibra dietética, esta se encontró en mayor porcentaje en la pasta de semilla de mostaza negra en comparación con la encontrada en la pasta de semilla de mostaza amarilla.

Para analizar las características físicas de los

aceites, fue necesario obtener las muestras de aceite a partir del prensado mecánico de las semillas de mostaza negra y mostaza amarilla. Para el caso de la semilla de mostaza negra se obtuvo un rendimiento del 30,6% de aceite y para la mostaza amarilla del 41,2%. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para densidad, color e índice de refracción de los aceites de las semillas de mostaza estudiadas. Los valores encontrados son similares para los aceites de ambas semillas. Con respecto al color, L* designa la luminosidad (0 negro; 100 blanco), a* la contribución de color rojo (+) o verde (-) y b* color amarillo (+) o azul (-). De acuerdo a los resultados obtenidos, el aceite de semilla de mostaza negra tiende hacia colores amarillos-verdosos y el aceite de mostaza amarilla tiende hacia colores amarillos-rojizos.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos respecto a la capacidad antioxidante de las semillas y de los diferentes productos derivados de las mostazas estudiadas. Las semillas de mostaza contienen cantidades importantes de compuestos extraíbles en

TABLA 1. Análisis proximal (g/100 g) de semillas y pastas residuales¹ de mostazas negra y amarilla.

Componente (g/100 g)	Semillas		Pastas residuales	
	Mostaza negra (<i>B. nigra</i>)	Mostaza amarilla (<i>B. alba</i>)	Mostaza negra (<i>B. nigra</i>)	Mostaza amarilla (<i>B. alba</i>)
Proteína	20,44 ± 1,06 ^a	25,39 ± 1,06 ^b	26,88 ± 0,01 ^a	27,32 ± 0,01 ^b
Grasa	33,62 ± 1,68 ^a	22,26 ± 2,33 ^b	25,65 ± 0,74 ^a	17,61 ± 0,51 ^b
Humedad	6,62 ± 0,40 ^a	7,31 ± 0,40 ^b	5,89 ± 0,01 ^a	6,10 ± 0,01 ^b
Carbohidratos ²	38,06	43,16	37,18	43,56
Cenizas	1,26 ± 0,08 ^a	1,88 ± 0,08 ^b	4,40 ± 0,28 ^a	5,41 ± 0,35 ^b
Fibra dietética	17,49 ± 0,66 ^a	15,02 ± 0,66 ^b	21,13 ± 0,01 ^a	17,85 ± 0,01 ^b

¹ Pastas resultantes de la extracción frío del aceite.

² Calculados por diferencia.

Los valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar de tres repeticiones.

Para cada producto analizado (semillas o pasta residual) letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$) en el componente.

TABLA 2. Densidad, índice de refracción y color de aceites de mostaza.

Aceite de semilla	Color			Densidad (g/mL)	Índice de refracción
	L*	a*	b*		
Mostaza negra	28,25 ± 0,02 ^a	-2,25 ± 0,01 ^a	19,82 ± 0,01 ^a	0,912 ± 0,01 ^a	1,4611 ± 0,01 ^a
Mostaza amarilla	25,40 ± 0,10 ^b	8,60 ± 0,01 ^b	17,89 ± 0,10 ^b	0,916 ± 0,01 ^a	1,4617 ± 0,01 ^a

Los valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar de cinco repeticiones.

Para cada parámetro analizado letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

TABLA 3. Capacidad antioxidante de semillas y aceites de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*).

Producto	Capacidad antioxidante* (mg equivalentes de Trolox/100 g)
Aceite de semilla de mostaza amarilla	25,88 ± 7,58 b
Aceite de semilla de mostaza negra	32,27 ± 7,21 b
Semilla de mostaza amarilla	1273,57 ± 376,53 a
Semilla de mostaza negra	1323,22 ± 514,83 a
Pasta residual de semilla de mostaza amarilla	1130,24 ± 488,89 a
Pasta residual de semilla de mostaza negra	1366,88 ± 622,17 a

Los valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar de tres repeticiones.

* Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

TABLA 4. Concentración (g/100 g) de ácidos grasos en semillas y aceites de mostazas negra (*B. nigra*) y amarilla (*B. alba*).

Ácido graso	Semillas		Aceite	
	<i>B. nigra</i>	<i>B. alba</i>	<i>B. nigra</i>	<i>B. alba</i>
Palmitico	1,76 ± 0,15 ^a	0,67 ± 0,07 ^b	3,43 ± 0,08 ^c	2,10 ± 0,05 ^d
Palmitoleico	0,08 ± 0,11 ^a	0,03 ± 0,10 ^a	0,15 ± 0,08 ^a	0,09 ± 0,04 ^a
Estearico	0,72 ± 0,10 ^a	0,23 ± 0,02 ^b	1,87 ± 0,10 ^c	0,80 ± 0,02 ^a
Oleico	32,93 ± 0,16 ^a	7,37 ± 0,04 ^b	53,34 ± 0,26 ^c	19,62 ± 0,11 ^d
Linoleico	6,84 ± 0,08 ^a	1,87 ± 0,05 ^b	19,02 ± 0,23 ^c	8,43 ± 0,15 ^d
Linolénico	3,43 ± 0,14 ^a	2,41 ± 0,10 ^b	10,83 ± 0,08 ^c	21,64 ± 0,10 ^d
Araquídico	0,21 ± 0,10 ^{a,b}	0,14 ± 0,08 ^b	0,45 ± 0,10 ^c	0,41 ± 0,08 ^{a,c}
Eicosenoico	0,42 ± 0,05 ^a	2,20 ± 0,09 ^b	ND ¹	ND
Eicosadienoico	0,05 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,10 ^a	ND	0,25 ± 0,01 ^b
Erúxico	0,10 ± 0,05 ^a	6,87 ± 0,03 ^b	0,69 ± 0,05 ^c	40,80 ± 0,13 ^d
Lignocérico	0,04 ± 0,02 ^a	0,04 ± 0,06 ^a	ND	ND
Nervónico	0,09 ± 0,01 ^a	0,37 ± 0,02 ^b	ND	1,25 ± 0,12 ^c

¹ No detectado.

Los valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar de tres repeticiones.

Para cada ácido graso letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los productos analizados.

comparación con los aceites y por lo tanto mayor actividad antioxidante. La actividad antioxidante varía de 25,88 mg Trolox/100 g en el aceite de semilla de mostaza amarilla, hasta 1366,88 mg Trolox/100 g en la pasta residual de la semilla de mostaza negra.

La concentración de ácidos grasos en semillas y aceites de mostazas negra y amarilla se muestran en la Tabla 4. Para la semilla de mostaza negra el ácido graso predominante es el oleico (32,93%) seguido por el linoleico (6,84%) y linolénico (3,43%). La cantidad total de ácidos grasos mono-insaturados es mayor en el aceite de mostaza amarilla en comparación con los determinados en el aceite de mostaza negra, este

mismo comportamiento se observa para el caso de los ácidos grasos poli-insaturados. El perfil de ácidos grasos muestra valores importantes, en el caso de la mostaza amarilla, para los ácidos erúxico (40,80%), linolénico (21,64%), oleico (19,62%) y linoleico (8,43%) y en el caso de la mostaza negra el ácido predominante es el oleico (53,34%), seguido por linoleico (19,02%) y linolénico (10,83%). Estos porcentajes son importantes debido a que la calidad y digestibilidad de los aceites vegetales comestibles son determinadas por la cantidad y composición de ácidos grasos insaturados. De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 4), los perfiles de ácidos grasos son diferentes para las semillas y los aceites de mostaza. En el caso del aceite de mostaza negra, éste contiene mayor cantidad de ácido linolénico (10,83%) y

linoleico (19,02%) en comparación con la cantidad de ácido linolénico (3,43%) y linoleico (6,84%) presente en la semilla de la misma especie, este mismo comportamiento se observa para el aceite de mostaza amarilla en comparación con la semilla.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis proximal muestran que el aporte proteínico observado para las semillas de mostaza amarilla (25,3%) y negra (20,4%) es elevado, en comparación con otras semillas tales como chíca (19,9%), linaza (19,9%), amaranto (12-19%), maíz (9,4-14,2%) y trigo (14-17%) (17). Por

otra parte, la base de datos de la USDA (15) reporta valores de proteína, carbohidratos y humedad para mostazas similares a los observados en el presente estudio. Cabe mencionar que en la literatura se encuentran diversos estudios que han determinado la composición nutricional de la mostaza sin diferenciar entre las variedades amarilla o negra (15, 17).

Es importante resaltar que las pastas residuales después de la extracción de aceite de las semillas de mostaza negra y amarilla presentaron mayor contenido de proteínas (26,88% y 27,32% respectivamente), y fibra dietética (21,13% y 17,85% respectivamente). En el caso de la fibra dietética, la concentración obtenida es mayor que la encontrada en las semillas enteras y a las reportados en harina de maíz (7,7-12,0 % b.s.), harina de arroz (2,4 % b.s), avena (15,4% b.s), harina de trigo (15,6 % b.s.), y harina de sorgo (6,6% b.s), entre otros (18, 19). Es importante mencionar que la fibra dietética juega un importante rol en la salud intestinal y se ha asociado con la disminución de enfermedades del corazón, hipertensión, diabetes y obesidad (20), por otro lado se ha reportado que una parte de los compuestos bioactivos presentes en las muestras vegetales, ya sean antioxidantes o no, están asociados a los componentes de la fibra dietética, como consecuencia de la habilidad de formar complejos con proteínas y polisacáridos (20-22). Los valores de grasa y humedad de dichas pastas residuales son menores en comparación con los obtenidos para las semillas, este comportamiento era previsible debido al proceso de prensado realizado por el cual se obtuvieron las pastas y el aceite. El rendimiento de aceite obtenido es comparable con los datos reportados (23) cuyos valores oscilan entre 24-40% de rendimiento en aceite. Puede observarse (Tabla 2) que los aceites obtenidos por prensado presentaron valores similares en sus propiedades físicas a los reportados por el Codex Alimentarius (24) para aceites vegetales. Esta norma establece valores para la densidad relativa en un rango de 0,910 a 0,921 g/mL a 20°C y para índice de refracción de 1,461 a 1,469.

Respecto a la capacidad antioxidante observada para las semillas de mostaza negra (1.323,22 mg Trolox/100 g) y amarilla (1.273,57 mg Trolox/100 g), ésta fue mayor al compararla con los valores reportados (12) para girasol (850,12 mg Trolox/100 g), cártamo (228,33 mg Trolox/100 g), linaza (135,32 mg Trolox/100 g) y ajonjolí (154,14 mg Trolox/100 g). La

capacidad antioxidante para semilla de mostaza negra determinada en este estudio (1.323,22 mg Trolox/100 g) es similar al reportado (1.155 mg Trolox /100 g) por Sreeramulu y Raghunath (12).

Los valores obtenidos para los aceites de mostaza negra (32,27 mg Trolox/100 g) y amarilla (25,88 mg Trolox/100 g) son mayores que los reportados (12) para aceites de cacahuete (22,1 mg Trolox/100 g), girasol (12,4 mg Trolox/ 100 g) y palma (12,1 mg Trolox/ 100 g). A partir de los resultados obtenidos en este estudio, el orden en el que se observa una mayor capacidad antioxidante de los productos de la mostaza es: pasta residual, semilla y aceite. Estos resultados coinciden con lo reportado por Arranz y colaboradores (25), quienes mencionan que la parte desgrasada de la semilla de mostaza (residuo) presenta mayor capacidad antioxidante. Es importante mencionar que los componentes de la semilla de mostaza negra (*Brassica nigra*) muestran mayor capacidad antioxidante en comparación con los de la mostaza amarilla (*Brassica alba*). Estas variaciones son similares a las reportadas para otras semillas; como es el caso del ajonjolí, en el que se menciona que la semilla de ajonjolí negra es ampliamente usada en países asiáticos, debido a su potente actividad antioxidante en comparación con la semilla de ajonjolí blanco (26).

Al analizar la composición de ácidos grasos de la semilla de mostaza amarilla, el ácido graso predominante es el oleico (7,37%), seguido por erúcido (6,87%) y linoleico (1,87%). El ácido oleico se encuentra en la mayoría de las grasas y aceites naturales, en el caso de la semilla de mostaza negra se encuentra en mayor proporción en comparación con los aceites de semillas de linaza y chía (15,76 y 8,91%, respectivamente) (27). Así mismo este valor de ácido oleico en mostaza negra se encuentra en proporciones semejantes a los valores reportados (28). La cantidad de grasa mono-insaturada se encuentran en mayor proporción en ambas semillas en comparación con las grasas saturadas y poli-insaturadas, predominando, en la mostaza negra las grasas mono-insaturadas (20.57%). El ácido erúcido es característico de las crucíferas (29). Los ácidos linoleico y linolénico son esenciales para el ser humano, a partir de estos ácidos grasos son sintetizados los ácidos araquidónico, eicosapentanoico y docosahexaenoico, los cuáles desempeñan un papel esencial en las interacciones fisiológicas de coordinación entre las células. Las principales fuentes de ácido linolénico incluyen a

nueces, semillas y aceites vegetales. Las almendras, chía, nueces y linaza, aportan 0,4, 3,9, 6,8 y 22,8 g/100 g de ácido linolénico, respectivamente; comparando estos porcentajes con los resultados obtenidos para las semillas de mostaza negra (3,43%) y amarilla (2,41%) se puede considerar a la mostaza como una fuente importante de este ácido graso.

Cabe destacar que, en general los aceites de semillas vegetales aportan contenidos importantes de ácido linoleico; sin embargo, son pocos los que aportan ácido linolénico; como es el caso de canola, soya, colza y nuez que aportan 12, 7, 11 y 10 g/100 g de aceite, respectivamente (27). La presencia de ácido linoleico es fundamental, su importancia radica fundamentalmente es que es un precursor de ácidos grasos de mayor longitud de cadena (30) entre ellos, el araquidónico, lo que lo caracteriza como un ácido esencial para el metabolismo y su importancia radica en que estos contienen ingredientes nutraceuticos esenciales para el crecimiento y el buen estado de la piel y el pelo así como el ácido linoleico participa en la síntesis de prostaglandinas, en la generación de membrana, y en otros procesos biológicos relacionados con la regeneración celular (30).

La cantidad del ácido linolénico presente en los aceites de mostaza amarilla (21,64%) y negra (10,83%) es alta en comparación con los aceites comunes tales como girasol (0,3%), maíz (2%), soya (4,5-11%) y palma (0,2%) (17). Cabe destacar que en el aceite de mostaza amarilla se observa la mayor concentración de ácido linolénico (21,64%). Estos datos muestran que a partir del aceite se obtendrían los beneficios de los ácidos grasos poli-insaturados (linolénico y linoleico).

CONCLUSIONES

Este estudio reveló que las propiedades físicas (densidad, color e índice de refracción) son diferentes para las dos especies de semilla de mostaza (negra y amarilla). Estas semillas, además de ser una fuente potencial de antioxidantes muestran que de acuerdo a su composición química proximal se caracterizan por un alto contenido de grasa (23,9 a 29,6 g /100 g) y proteína (20,44 a 25,39 g/100g), el contenido de ácido erúico se encuentra en mayor porcentaje en la mostaza amarilla. Existen diferencias en el contenido de antioxidantes de los diferentes productos de los

dos tipos de mostaza estudiadas, tanto en las semillas (1.273,57 a 1.323,22 mg de Trolox /100 g) como en los residuos (1.130,24 a 1.366,88 mg de Trolox /100 g) y aceites (25,88 a 32,27 mg de Trolox /100 g). Este estudio proporciona información sobre la importante actividad antioxidante que exhibe esta especie, tanto como semilla o como pasta residual libre de aceite, así como el contenido detallado de los ácidos grasos contenidos en el aceite y las semillas, lo que permitirá a la industria alimentaria examinar otros usos potenciales basados en las propiedades que presentan estas semillas o sus productos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México por el apoyo financiero para el proyecto. B. Mejía-Garibay agradece el apoyo para la realización de sus estudios de doctorado al CONACyT y a la Universidad de las Américas Puebla, México.

REFERENCIAS

1. Kappor IPS, Singh, B., De Lampazona, M. & Catalan. Chemistry and in vitro antioxidant activity of volatile oil and oleoresins of black pepper (*Piper nigrum*). J Agric Food Chem. 2009; 57: 5358-5364.
2. Ito, N., Fukushima, S., Hasegawa, A., Shibata, M. & Ogiso, T. Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. J Natl Cancer Inst. 1983; 70: 343-347.
3. Srinivasan, K. Role of spices beyond food flavoring: Nutraceuticals with multiple health effects. Food Rev Int. 2005; 21: 167-188.
4. Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Uberegger, E. & Conte, L.S. Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. indercedens*) extracts related to their phenolic compounds content. J Sci Food Agric. 2002; 82:1645-1651.
5. Thomas, K., Kuruvilla, M. & Hrideek, T.K. Mustard. Handbook of Herbs and Spices. CRC Press. Boca Raton. Fla. EE.UU. 2004; 360-373.
6. Traka, M. & Mithen, R. Glucosinolates, isothiocyanates and human health. Phytochemistry Reviews, 2009; 8(1): 269-282.
7. Kozłowska, H., Rotkiewicz, D. & Zadernowski, R. Phenolics acids in rapeseed and mustard. J Am Oil Chem Soc. 1983; 60(6): 1119-1123.
8. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. & Paganga, G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and

- phenolic acids. *Free Radic Biol Med.* 1996; 20(7): 933-956.
9. Goñi, I., Díaz Rubio, ME., Perez-Jimenez, J., & Saura-Calixto, F. Towards an updated methodology for measurement of dietary fiber including associated polyphenols in food and beverages. *Food Res Int.* 2009; 42:840-846.
 10. Kelly, P.J., Bones, AM. & Rossiter, J.T. Subcellular immunolocalization of the glucosinolate sinigrin in seeding of *Brassica juncea*. *Planta.* 1998; 206: 370-337.
 11. Shahidi, F. & Gabon, J.E. 1990. Fate of sinigrin in metanol/ammonia/water-hexane extraction of *B. juncea* mustard seed. *J Food Sci.* 1990; 55: 793-795.
 12. Sreeramulu, D. & Raghunath, M. Antioxidant and phenolic content of nuts, oil seeds, milk and milk products commonly consumed in India. *Food Nut Sci.* 2011; 2: 422-427.
 13. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Quinceava (Ed.), AOAC International: Fat (total, saturated, unsaturated) in food. Gaithersburg. Maryland. EE.UU. 2001.
 14. Sing, R.P., Chidambara, Murthy, K.N. & Jayaprakash, G.K. Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using in vitro models. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 81-86.
 15. Matthaus, B. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oil seeds. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 3444-3452.
 16. Yu, L.L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J. & Qian, M. Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J Agric Food Chem.* 50(6): 2002; 1619-1624.
 17. USDA-Database en <http://ndb.nal.usda.gov>. Accesada en Marzo 2014.
 18. Saura-Calixto, F. & Goñi, I. Fibra dietética y antioxidantes en la dieta española y en alimentos funcionales. En: *Alimentos funcionales*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Madrid, España. 2005; 167-200.
 19. Bressani, R., Turcios, J.C., Reyes, L. & Mérida, R. Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. *Arch Latinoam Nutr.* 2001; 51(3): 309-313.
 20. Willem van der Kamp, J., Jones, J., MacCleary, B., & Topping, D. *Dietary Fibre: New Frontiers for Food and Health*. Academic Publishers: Wageningen, The Netherlands, 2010; 1-586.
 21. Saura-Calixto, F., Serrano, J., & Goñi, I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chem.* 2007; 101: 492-501.
 22. Vitaglione, P., Napolitano, A., & Fogliano, V. Cereal dietary fiber: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends Food Sci Technol.* 2008; 19:451-463.
 23. Luthy, B. & Matile, P. The mustard oil: Rectified analysis of subcellular organization of the myrosinase system. *Biochem Physiol Pflanz.* 1984; 179:5-12.
 24. Codex Alimentarius Comision (CAC). Norma del codex para aceites vegetales especificados. Food and Agriculture Organization. Italia. Roma. 2008; 1-17.
 25. Arranz, S., Saura, F., Shaha, S. & Kroon P.A. High contents of nonextractable polyphenols in fruit suggest that polyphenol contents of plant foods have been underestimated. *J Agric Food Chem.* 2009; 57(16): 7298-7303.
 26. Shahidi, F. & Liyana-Pathirana, C.M. Antioxidant activity of sesame fractions. *Phenolic Compounds in Foods and Natural Health Products*. ACS Symp Ser Am Chem Soc 909. Washington. EE. UU. 2005; 33-45.
 27. Jimenez, P., Masson, L., Barriga, A., Chavez, J., Robert, P. Oxidative stability of oils containing olive leaf extracts obtained by pressure, supercritical and solvent-extraction. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2002; 113:497-505.
 28. López-Argüello, E., Barrera, C. & Bosch-Bosch, N. Analytical study of the composition of fatty acid of mustard and mustard sauces. *Grasas Aceites.* 1999; 50(6): 444-447.
 29. FAO. Utilización de alimentos tropicales: semillas oleaginosas tropicales, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia. Roma. 1991.
 30. Ronayne de Ferrer, P. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. *Arch Argent Pediatr.* 2000; 98: 231-238.

Recibido: 19-11-2014

Aceptado: 13-03-2015

NOTAS NECROLÓGICAS

DR. RICARDO BRESSANI CASTIGNOLI

1926 - 2015

El Dr. Ricardo Bressani Castignoli nació en la ciudad de Guatemala el 28 de septiembre de 1926.

Estudió la licenciatura en Química en 1948 en University of Dayton, Ohio y una maestría en Iowa State University en 1951; luego de sus estudios regresó a Guatemala en donde inició su trabajo en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP-, institución en la que laboró durante 39 años. En 1952, mediante una beca de la Fundación Rockefeller, realizó estudios de postgrado en el área de bioquímica en Purdue University, Indiana, en 1956 obtuvo el doctorado. Seguidamente se reincorporó al INCAP, en donde se desempeñó como Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos hasta 1993.

En sus años en el INCAP realizó investigación científica conjuntamente con su equipo de trabajo, atendiendo las prioridades de demanda de conocimiento científico y tecnológico para viabilizar la solución de los principales problemas nutricionales de los países de Centroamérica y Panamá. Su principal interés estuvo en el análisis de la composición química, en los efectos del procesamiento, valor nutritivo, mejoramiento de calidad nutritiva y utilización de alimentos, recursos y subproductos convencionales y no convencionales. Fue co-autor de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP. Fundador y Presidente de LATINFOODS. El Dr. Bressani hizo sus primeras publicaciones científicas a partir de 1958 junto a científicos eminentes de la talla del Dr. Nevin Scrimshaw y del Dr. Moisés Béhar. Asimismo sus primeros trabajos en 1959 se relacionaron a proveer las directrices del tratamiento de la desnutrición aguda edematosa (Kwashiorkor). En el transcurso de su carrera, realizó innumerables investigaciones sobre la variabilidad genética nutricional en maíz, frijol y otras leguminosas.

Su contribución a la investigación del potencial agroindustrial y nutritivo de recursos autóctonos de Guatemala es valiosa. En este contexto, sus primeros aportes estuvieron relacionados con las investigaciones sobre el maíz y el proceso de nixtamalización y sobre todo la importancia en la formulación de mezclas vegetales de calidad nutricional óptima (cereales y leguminosas) todo lo cual sentaba las bases para la formulación de la Incaparina. Uno de los logros destacados fue su contribución al desarrollo de estas mezclas, de las cuales la denominada Incaparina, se ha producido a escala industrial y forma parte de la alimentación de la población guatemalteca, además de ser utilizada en programas de alimentación en diversos países de la región.

Sin lugar a duda el Dr. Ricardo Bressani, tuvo una carrera exitosa en el campo de la tecnología de alimentos, que lo llevó a ser el científico guatemalteco reconocido con más publicaciones en toda la región latinoamericana y entre los más exitosos en el mundo de la tecnología de alimentos. Participó en más de 500 publicaciones a nivel nacional e internacional como autor y coautor además de ser editor de Archivos Latinoamericanos de Nutrición -ALAN- durante 14 años y de la Revista Amaranto y su Potencial. De acuerdo a los registros del INCAP, el Dr. Bressani tuvo aproximadamente 467 trabajos científicos publicados. En todos ellos demostró su dedicación, su profundo pensamiento de científico y su mirada fija en la contribución social de su trabajo hacia la humanidad.

Por su incansable labor científica fue galardonado con numerosos reconocimientos, entre los que destacan: Doctorado Honoris Causa de Purdue University, Estados Unidos y de la Universidad del Valle de Guatemala. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos constituyéndose como uno de los cinco científicos de América Latina que han tenido el privilegio de ser nominados para pertenecer a esta prestigiosa Academia; Miembro de la Academia Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos;

de la Academia de Ciencias Médicas y Biológicas de Guatemala y de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo.

Recibió el premio Babcock Hart del Institute of Food Technologists de Estados Unidos; el McCollum Award otorgado por la American Society of Clinical Nutrition; el Premio Mundial de la Ciencia “Albert Einstein” otorgado por el Centro Cultural Mundial; el Premio Nacional de Ciencia del Consejo Cultural Mundial; Premio Abraham Horwitz, otorgado por la Organización Panamericana de la Salud; Orden del Quetzal en el Grado de Gran Cruz otorgado por el Gobierno de Guatemala; Medalla de oro en Ciencia y Tecnología, del Congreso de la República de Guatemala; Danone International Prize for Nutrition 2003; y Premio México de Ciencia y Tecnología otorgado por el Gobierno de México; galardón INCAPense Ilustre, otorgado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá; entre otros.

El Dr. Ricardo Bressani ha dejado huella, su trabajo seguirá contribuyendo a la salud pública, a través de promover una mejor nutrición para las madres y los niños, y con ello, una sociedad más saludable y productiva.

IVAN BEGHIN (1932-2015)

MAESTRO DEMÓCRATA Y CIENTÍFICO.

Conocí a Iván Beghin en Guatemala. Era el Director de la División de Nutrición Aplicada del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y yo, el primer becado de la Universidad de Las Naciones Unidas. Llevaba con pasión la bandera de la Nutrición y el Desarrollo que, en esos tiempos marcados por la Atención Primaria en Salud de Alma Ata, él asimilaba al quehacer en nutrición en los servicios básicos de salud: 3+1, era su lema para la acción 1) epidemiología como punto de partida, 2) horizontalidad de las acciones, 3) participación de la comunidad y, como común denominador, la planificación. Tuve el privilegio de ser su asistente, y como lo vi en tantos otros alumnos, nos empapábamos de sus ideas, de su entusiasmo. Su principal preocupación era hacer un buen diagnóstico comunitario: pero no se quedaba ahí juntábamos la teoría con la práctica y llegábamos hasta las remotas áreas rurales de Honduras. La consigna de

Iván Beghin que hasta hoy trasmite a mis alumnos: “si eres salubrista, dedica una parte de tu tiempo al trabajo de terreno”.

Antes Ivan Beghin había trabajado en el ex Congo Belga, en Port-au-Prince, en Haití y en Recife, Brasil, acarreado las experiencias del colonialismo africano, de la aterradora situación haitiana, de los desafíos y la magia del nordeste brasileño (1965-1969), donde había trabajado junto a Malaquías Batista con quien había desarrollado Centros de Rehabilitación Nutricional: un clásico de los años sesenta, para tratar de torcer el destino de esos miles de niños que engrosaban las cifras de mortalidad. Ahora se sumaba su experiencia en esa Centroamérica (1971-1976) que por entonces estaba a punto de caer en la espiral de violencia de la lucha contra la guerrilla. Con ese increíble bagaje partió de vuelta al primer mundo, y tras una estadía en Londres, aterrizó en su natal Bélgica (1978). Tenía mucho para investigar y enseñar y lo hizo desde el Instituto de Medicina Tropical Príncipe Leopold en Amberes. Desde ahí, podía mantener su inquietud por el tercer mundo. Y eso me dio la oportunidad de encontrarlo de nuevo. Esta vez en Recife, a donde llegué por su intermedio. Ambos más viejos, desarrollamos una amistad que perduraría hasta siempre, forjada además en torno a la planificación y ejecución de un proyecto emblemático para mí sobre mortalidad infantil en esa ciudad. Su discurso ahora era más académico y también con él formó a muchos estudiantes atrapados en la conceptualización de los problemas de salud y nutrición en modelos multicausales, su herramienta central. Aunque interesado en Chile, no vino hasta el fin de la dictadura. Era solidario con las causas que consideraba justas; más tarde supe que era activo militante de Amnistía Internacional. Cuando ya en democracia, llegó a visitarnos había jubilado de acuerdo a los cánones europeos. Joven aún, en plena forma, de blue jeans, disfrutaba a su familia, a los amigos y también apreciaba cada lugar, cada rincón que visitamos.

Ya no lo vi después y tampoco escribía cartas. Pero Hélène, su cálida y entrañable esposa, sus hijos o amigos comunes nos mantenían informados. Supe que había creado una fundación –a la que aportaba parte de su sueldo- para apoyar proyectos de Nutrición en países pobres del tercer mundo. Como antes, su

objetivo era estimular a jóvenes promisorios con interés en la intervención nutricional.

En diciembre de 2013 murió H el ene, compañera de todos sus viajes por el mundo, de todos sus intereses, con quien tuvo a sus dos hijos, Nathalie y Pierre, ambos ahora en Brasil; una familia linda, moderna y cariñosa. Casi no se podía pensar en Iván sin ver a H el ene; por eso tal vez le costó seguir solo. Ivan Beghin, amigo, maestro , demócrata y científico: mi

respeto y mi reconocimiento para siempre en nombre de todos los que fuimos testigos de tu trabajo riguroso, comprometido con la ciencia pero sobre todo, con gran sentido social!

Hugo Amigo. Profesor Titular
Departamento de Nutrición
Facultad de Medicina, Universidad de Chile

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 sobre pasará 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: **RECOMMENDATIONS FOR THE CONDUCT, REPORTING, EDITING, AND PUBLICATION OF SCHOLARLY WORK IN MEDICAL JOURNALS** Updated AUGUST 2013. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 65. N° 2, Junio 2015

Contenido

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición y Salud Pública

Phenolic compounds content and antioxidant capacity of meals provided to elementary public schools in Chile during 2011

Mariane Lutz, Romina Barraza, Carolina Henríquez..... 71

Medición del índice glucémico de 2 variedades de pastas y 2 variedades de arroz

Edgardo Ridner, Antonio Di Sibio..... 79

Bioquímica Nutricional

Association between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age in a Hispanic population

Roxana Soto, Natacha Guilloty, Liza Anzalota, Zaira Rosario, José F. Cordero, Cristina Palacios..... 86

Conducta Alimentaria

Estudio sobre las características de la alimentación de los adolescentes uruguayos

Alfonsina Ortiz, Isabel Pereyra..... 97

Nutrición y Tercera Edad

Avaliação e acompanhamento nutricional em idosos de uma instituição de longa permanência

Karina Pfrimer, Mariana Marques Messias, Eduardo Ferrioli, Márcia Saladini Vieira Salles, Luiz Carlos Roma Junior, Arlindo Saran Netto, PhD, Marcus Antônio Zanetti, Helio Vannucchi..... 104

Ciencia de Alimentos

Cambios microestructurales en los granos de *Phaseolus vulgaris* endurecidos

María Virginia Mujica, Marisela Granito, Naudy Soto..... 110

Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices

Ana Carolina da Silva Pereira, Nedio Jair Wurlitzer, Ana Paula Dionísio, Marcia Valéria Lacerda Soares, Maria do Socorro Rocha Bastos, Ricardo Elesbão Alves, Isabella Montenegro Brasil..... 119

LatinFoods. Composición de Alimentos

Características físicas y antioxidantes de semillas y productos de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*)

Beatriz Mejía-Garibay, José Ángel Guerrero-Beltrán, Enrique Palou, Aurelio López-Malo..... 128

NOTAS NECROLOGICAS..... 136

INFORMACION PARA LOS AUTORES 139