

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 60

DICIEMBRE 2010

Nº 4

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

**Actividad física y dieta saludable, percepción de peso y estrés en población adulta de Chile:
Análisis de la encuesta de calidad de vida y salud 2006**

Juan Pablo Zavala, Lydia Leraç, Fernando Vio 319

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición y Obesidad

Prevalencia de obesidad y nivel de actividad física en escolares adolescentes

Francisco García De la Montaña, Montserrat Míguez Bernardez y Julia De la Montaña Miguélez 325

Overweight and obesity related factors in schoolchildren in Santa Catarina State, Brazil

*Bethsáida de Abreu Soares Schmitz, Arlete Catarina Tittoni Corso, Gilberto Veras Caldeira,
Suely Godoy Agostinho Gimeno, Cristine Garcia Gabriel, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos* 332

**Fatores associados ao excesso de peso corporal em escolares da triplíce fronteira: Argentina,
Brasil e Paraguai**

*Elto Legnani, Rosimeide Francisco Santos Legnani, Valter Cordeiro Barbosa Filho, Kleverton Krinski,
Hassan Muhamed Elsangedy, Wagner de Campos, Sergio Gregório da Silva, Adair da Silva Lopes* 340

Nutrición y Salud Pública

Association between calcium intake and colorectal neoplasia in Puerto Rican Hispanics <i>Cristina Palacios, Maritza Lopez, Ana Patricia Ortiz and Marcia Cruz Correa</i>	348
--	-----

Iodação do sal e ingestão excessiva de iodo em crianças <i>Anderson Marliere Navarro, Luciana Abrão Oliveira, Clarissa Janson Costa de Souza Meirelles, Telma Maria Braga Costa</i>	355
---	-----

Lactancia Materna

Factores que determinan la lactancia materna en niños matriculados en Jardines Infantiles públicas y filantrópicas en São Paulo, Brasil <i>Pazzis Mestas Zapana, Mariana de Novaes Oliveira, José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei</i>	360
--	-----

Determinación de las concentraciones de proteínas, hidratos de carbono y grasas en leche de madres en relactancia <i>Thaís Álvarez de Acosta, Isabel Cluet de Rodríguez, María Rossell-Pineda, Emiro Valbuena, Ana Nucette Meléndez</i>	368
---	-----

Nutrición y Actividad Física

Health-related fitness in school children: compliance with physical activity recommendations and its relationship with body mass index and diet quality <i>José Pino-Ortega, Ernesto De la Cruz-Sánchez, Raúl Martínez-Santos</i>	374
---	-----

Habitos Alimentarios

Aceptación hacia yogurt con diferentes ingredientes funcionales en consumidores de supermercados del sur de Chile <i>Berta Schnettler, Carolina Shene, Mónica Rubilar, Horacio Miranda, José Sepúlveda, Marianela Denegri y Germán Lobos</i>	380
--	-----

Microbiología de Alimentos

Evaluación de la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en la detección e identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> en queso fresco proveniente del Área Metropolitana de San José, Costa Rica <i>María Laura Arias, Carolina Chaves, Gabriela Solano</i>	391
--	-----

LatinFoods. Composición de Alimentos

Caracterización del perfil de ácidos grasos en granos de híbridos de maíz blanco cultivados en Venezuela <i>Jesús Alezones, Manuel Ávila, Alberto Chassaigne y Venancio Barrientos</i>	397
--	-----

Bioactive indicators related to bioelements of eight unifloral honeys <i>Vit Patricia, Rodríguez-Malaver Antonio, Rondón Carlos, González Isbelia, Di Bernardo María Luisa, García María Ysabel</i>	405
---	-----

INFORMACION PARA LOS AUTORES	411
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 60, 2010	416
INDICE DE AUTORES	421
INDICE DE MATERIAS	427

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 60

DECEMBER 2010

N° 4

Contents

Pages

GENERAL ARTICLES

Physical activity and healthy diet, weight perception and stress in adult population in Chile: analysis of the second quality of life and health survey 2006

Juan Pablo Zavala, Lydia Leraç, Fernando Vio 319

RESEARCH PAPERS

Nutrition and Obesity

Prevalence of obesity and level of activity physical in school adolescents

Francisco García De la Montaña, Montserrat Míguez Bernardez y Julia De la Montaña Miguélez 325

Overweight and obesity related factors in schoolchildren in Santa Catarina State, Brazil

Bethsáida de Abreu Soares Schmitz, Arlete Catarina Tittoni Corso, Gilberto Veras Caldeira, Suely Godoy Agostinho Gimeno, Cristine Garcia Gabriel, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos 332

Factors associated with overweight in students from tri-border region: Argentina, Brazil and Paraguay

Elto Legnani, Rosimeide Francisco Santos Legnani, Valter Cordeiro Barbosa Filho, Kleverton Krinski, Hassan Muhamed Elsangedy, Wagner de Campos, Sergio Gregório da Silva, Adair da Silva Lopes 340

Nutrition and Public Health

- Association between calcium intake and colorectal neoplasia in Puerto Rican Hispanics**
Cristina Palacios, Maritza Lopez, Ana Patricia Ortiz and Marcia Cruz Correa 348

- Salt iodination and excessive iodine intake among schoolchildren**
*Anderson Marliere Navarro, Luciana Abrão Oliveira, Clarissa Janson Costa de Souza Meirelles, T
elma Maria Braga Costa* 355

Maternal Nutrition

- Factors determining the breastfeeding in children attending public and not-for-profit daycare centers
in São Paulo, Brazil**
Pazzis Mestas Zapana, Mariana de Novaes Oliveira, José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei 360

- Determination of the concentrations of proteins, carbohydrates and fat in milk of mothers in relactation**
*Thais Álvarez de Acosta, Isabel Cluet de Rodríguez, María Rossell-Pineda, Emiro Valbuena,
Ana Nucette Meléndez* 368

Nutrition and Physical Activity

- Health-related fitness in school children: compliance with physical activity recommendations and
its relationship with body mass index and diet quality**
José Pino-Ortega, Ernesto De la Cruz-Sánchez, Raúl Martínez-Santos 374

Food Habits

- Acceptance of yoghurt with different functional ingredients among consumers in supermarkets
in southern Chile**
*Berta Schnettler, Carolina Shene, Mónica Rubilar, Horacio Miranda, José Sepúlveda,
Marianela Denegri and Germán Lobos* 380

Food Microbiology

- Evaluation of the polymerase chain reaction (PCR) for the detection and identification of *Listeria
monocytogenes* in fresh cheese coming from the Metropolitan Area of San José, Costa Rica**
María Laura Arias, Carolina Chaves, Gabriela Solano 391

LatinFoods. Food Composition

- Fatty acids profile characterization of white maize hybrids grown in Venezuela**
Jesús Alezons, Manuel Ávila, Alberto Chassaigne and Venancio Barrientos 397

- Bioactive indicators related to bioelements of eight unifloral honeys**
*Vit Patricia, Rodríguez-Malaver Antonio, Rondón Carlos, González Isbelia, Di Bernardo María Luisa,
García María Ysabel* 405

- INFORMATION FOR AUTHORS** 411
GENERAL INDEX OF VOLUME 60, 2010 416
AUTHORS INDEX..... 421
SUBJECT INDEX 427

Actividad física y dieta saludable, percepción de peso y estrés en población adulta de Chile: Análisis de la encuesta de calidad de vida y salud 2006

Juan Pablo Zavala, Lydia Leraç, Fernando Vio

Departamento de Deportes, Universidad Andrés Bello Viña del Mar. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. Santiago, Chile

RESUMEN. Chile tuvo una transición epidemiológica y nutricional acelerada, con aumento explosivo de factores de riesgo de las enfermedades crónicas no transmisibles y obesidad. El cambio de dieta hacia alimentos poco saludables, con alto contenido de grasas, azúcar y sal, junto al sedentarismo, incrementaron la obesidad. Para conocer más acerca de factores de riesgo y obesidad, se efectuó la Primera Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2000, con una segunda versión el 2006. El objetivo de esta publicación es analizar la relación de la actividad física con el consumo de frutas, verduras y lácteos, percepción de peso y estrés, de los participantes en la Encuesta de Calidad de Vida y Salud (ECVS) 2006. La ECVS 2006 se realizó en 6.210 sujetos con un 10,8% de activos y un 89,2% de sedentarios. Estos se relacionaron con las variables consumo de frutas, verduras, lácteos, autopercepción del peso y estrés, por sexo y nivel socioeconómico. Los resultados muestran que más de la mitad de los sujetos activos consumen frutas y verduras todos los días y la mitad consume leche diariamente, con más posibilidad de comer alimentos saludables que los sedentarios. Se comprobó que las personas sedentarias se perciben con más sobrepeso y obesidad que las activas. No se encontró relación entre ser activo o sedentario con estrés. A medida que mejora el nivel socioeconómico, las personas hacen más actividad física y consumen más alimentos saludables. Estos resultados permiten proponer políticas y programas focalizados en alimentación saludable y actividad física para la población chilena.

Palabras clave: Alimentación saludable, actividad física, percepción de peso, sobrepeso, obesidad.

SUMMARY. Physical activity and healthy diet, weight perception and stress in adult population in Chile: analysis of the second quality of life and health survey 2006. Chile had a rapid epidemiological and nutritional transition with an increase in risk factors for chronic diseases and obesity. Dietary changes have occurred, mostly an increase in consumption of foods high in fat, sugar and salt, as well as a decrease in physical activity. This has led to a marked increase in obesity rates. To learn more on these risk factors for chronic diseases, obesity and physical activity, the First Quality of Life and Health Survey (ECVS) was carried out in 2000, with a second version in 2006. The objective of this paper is to analyze, from data collected by the 2006 survey, the relationship of physical activity with the consumption of fruits, vegetables and dairy products, weight perception and stress. The 2006 survey included 6.210 subjects with a 10.8% of active population and 89.2% of sedentary people. The relationship of activity was determined with the consumption of fruits, vegetables, dairy products, weight perception and stress, by sex and socioeconomic levels. Results show that more than 50% of the active subjects consume fruits and vegetables, and 50% consume dairy products every day, with a higher probability of active persons of consuming healthy foods than the sedentary ones. Besides, sedentary people perceive themselves with more overweight and obesity than the active subjects. There was no relationship between physical activity and stress. People with a higher socioeconomic level are more active and consume more healthy products. These results permit to elaborate targeted policies and programs to improve diet and physical activity in the Chilean population.

Key words: Healthy food, physical activity, weight perception, overweight, obesity.

INTRODUCCION

En Chile se ha producido un cambio importante en el perfil epidemiológico y nutricional del país en los últimos 30 años (1). Al disminuir las enfermedades materno-infantiles e infecciosas, junto con la desnutrición, que fue erradicada a fines de la década del 80, se produjo un incremento muy importante de la obesidad al inicio de los 90 (2). Esto se debió al aumento del ingreso producido por el crecimiento económico, que se gastó preferentemente en alimentos procesados, con alto contenido de grasas, azúcar, sal y en

televisores, vehículos y electrodomésticos, lo que por una parte, llevó a un exceso de consumo de alimentos, y por otra, a una disminución de la actividad física, y por ende del gasto energético. Ambos factores han sido los causantes del aumento explosivo de la obesidad en Chile (3,4).

Ante esta situación, las prioridades de salud cambiaron en 1997 (5,6) y al año siguiente se creó el Consejo Nacional de Promoción de Salud o VIDA CHILE, cuyo objetivo fue cambiar los hábitos de la población en cinco temas prioritarios: alimentación, actividad física, tabaco, factores psicosociales y ambientales. Para ello se estableció una red de VIDA CHILE

regionales y comunales en todo el país, se capacitó a directivos, municipios y líderes comunitarios (7) y el año 2000 se realizó la Primera Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2000 (8), que serviría de línea de base para evaluar las intervenciones en Promoción de Salud. Ese mismo año se establecieron metas para disminuir la obesidad, el sedentarismo, el tabaquismo (7) y se elaboró una Guía de Vida Activa con 6 mensajes muy simples en actividad física (9). El año 2005 la OMS lanza su Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud (10), que en Chile se tradujo en la Estrategia Global contra la Obesidad, EGO-Chile (11). Sin embargo, a pesar de estas políticas, la dieta no ha mejorado, el sedentarismo se mantiene igual y la obesidad continúa aumentando, en especial, en niños, como lo demuestran los datos de la JUNAEB en escolares de primer año básico, que en 1987 era de un 8%, en 1999 de un 16% y el 2009 de un 21,5% (12,13).

El año 2006 se realiza la Segunda Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2006 (14), que no muestra cambios significativos con respecto a la anterior. Sin embargo, esta encuesta provee una completa información que es necesario analizar en profundidad para conocer mejor los hábitos de alimentación y actividad física de los chilenos.

El objetivo de este trabajo es analizar la relación de la actividad física con los hábitos saludables, como son el consumo de frutas, verduras y leche, percepción de peso y estrés, de los sujetos participantes en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida y Salud (ENCVS) 2006, para proponer intervenciones que tiendan a mejorar la dieta y la actividad física de la población.

MATERIALES Y METODOS

Se trata de un estudio transversal y de asociación con datos secundarios provenientes de la Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2006.

Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2006

Esta encuesta fue llevada a cabo por el Ministerio de Salud en convenio con el Instituto Nacional de Estadísticas y la Pontificia Universidad Católica de Chile. La encuesta se aplicó durante los meses de marzo y abril del 2006, siendo sus resultados representativos de la población nacional, urbana y rural, de las 13 regiones del país.

Se encuestaron 6.210 personas mayores o iguales a 15 años de edad, de un total de 6.168 viviendas encuestadas.

La encuesta alcanzó un alto grado de aceptabilidad por parte de la población chilena, con un 3% de rechazo y con un total de 10,8% de reemplazos.

En cuanto a su nivel de precisión, el error muestral corresponde a un 2,5% para los totales nacionales.

La ENCVS 2006 utilizó la post-estratificación económica que correspondió a una clasificación socioeconómica de los

hogares (INE 2006) formando la variable quintiles de NSE del hogar.

Para el estudio se tomaron los datos del módulo “Individual” de las dimensiones Actividad Física (Realización de Deporte o Actividad Física), Hábitos Alimenticios (Frecuencia de Consumo de Alimentos), Percepción de Peso y Estrés (Presencia de Nerviosismo, Ansiedad o Estrés) de la encuesta. Los sujetos de la encuesta (14) distribuidos por sexo, edad, nivel socio-económico (NSE) y actividad física se describen en la Tabla 1.

TABLA 1
Descripción de la muestra

	n	%
Género		
Hombres	2935	47.3
Mujeres	3275	52.7
Total	6210	100
Edad		
15-19	536	8.6
20-44	2662	42.9
45-64	1888	30.4
65-74	618	10.0
75 y más	506	8.1
Total	6210	100
Quintiles NSE*		
Quintil 1	1625	26.17
Quintil 2	1407	22.66
Quintil 3	1187	19.11
Quintil 4	1065	17.15
Quintil 5	926	14.91
Total	6210	100

*NSE: Nivel socio-económico

Fuente: Encuesta Calidad de Vida y Salud 2006

Variables

Se seleccionaron las siguientes variables como representativas de un estilo de vida saludable.

Actividad física: Se tomó la respuesta de los sujetos a la siguiente pregunta: “En el último mes ¿practicó Ud. deporte o realizó actividad física fuera de su horario de trabajo, durante 30 minutos o más cada vez?” (pregunta 47 de la ENCVS 2006). Las respuestas fueron agrupadas en activos para los que contestaron 3 veces o más por semana y en sedentarios para los que contestaron menos de 3 veces por semana.

Consumo de alimentos: Se tomó la respuesta de los sujetos a la pregunta de la encuesta: “En la última semana,

¿con qué frecuencia Ud. consumió los siguientes alimentos: consumo de frutas, consumo de verduras, consumo de leche, queso, yogur, consumo de frituras, consumo de pescados y consumo de bebidas gaseosas?” (pregunta 45).

Percepción del propio peso: Se tomó la respuesta de los sujetos a la siguiente pregunta: “¿Cómo considera Ud. que es su peso según los dibujos que se presentan a continuación?” (pregunta 57), para lo cual se mostraron 4 dibujos que determinaban los estados: obeso, sobrepeso, normal y bajo peso.

Estrés: Se tomó la respuesta de los sujetos a la pregunta: “¿Ud. se siente nervioso, ansioso, o estresado en su vida en general?” (Pregunta 39). Las respuestas se agruparon en dos grupos, los que contestaron siempre y casi siempre por un lado, y los que contestaron algunas veces, o bien, rara vez o nunca, por otro lado.

Análisis estadístico

Todas las variables se describen cómo distribuciones de frecuencias. Se aplicó el test de χ^2 para relacionar las variables percepción de peso, presencia de estrés y consumo de alimentos, con la actividad física. Se realizaron modelos de regresión logística de consumo de alimentos, autopercepción de estrés y autopercepción de peso por actividad física y quintiles de NSE ajustando por sexo y edad. El modelo de autopercepción de peso se ajustó además por la variable control de peso. Todos los análisis fueron realizados con el programa STATA 10.1 (15).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestra la distribución de los sujetos que consumen alimentos saludables todos los días y razones de prevalencia según actividad física, resultando que más de la mitad de los sujetos activos consumen frutas y verduras todos los días y la mitad consume leche diariamente, a diferencia de los sedentarios, que lo hace en un porcentaje menor, siendo la diferencia significativa para las frutas y lácteos, no así para las verduras. Esto mismo se confirma con las razones de prevalencia.

En la Tabla 3, se presenta la distribución de la autopercepción de estrés, peso y razones de prevalencia según actividad física. En ella se aprecia que no hay diferencias en la percepción de estrés entre activos y sedentarios, pero si la hay en la percepción de la obesidad, donde los sedentarios se perciben más obesos que los activos en un 26%, siendo esta diferencia significativa.

TABLA 2
Distribución del consumo de alimentos saludables todos los días y razones de prevalencia según actividad física

	Activos % (n)	Sedentarios % (n)	Razón de prevalencia IC 95%
Consumo frutas			
Todos los días	55.44 (311)	44.12 (2489)	1.26
Menos de todos los días	44.56 (250)	55.88 (3153)	(1.16-1.36) p<0.0001
Consumo verduras			
Todos los días	52.05 (292)	48.03 (2712)	1.08
Menos de todos los días	47.95 (269)	51.97 (2930)	(1.00-1.18) p=0.069
Consumo lácteos			
Todos los días	49.73 (279)	41.69 (2349)	1.19
Menos de todos los días	50.27 (282)	58.31 (3286)	(1.09-1.30) P<0.0001

IC 95%: Intervalo de confianza del 95%

TABLA 3
Distribución y razones de prevalencia de la autopercepción de peso y de estrés según actividad física

	Activos % (n)	Sedentarios % (n)	Razón de prevalencia IC 95%
Autopercepción de peso			
Obesidad / Sobrepeso	36.36 (204)	49.51 (2797)	1.26 (1.08 - 1.39)
Normal / Bajo peso	63.64 (357)	50.48 (2852)	p=0.0013
Autopercepción de estrés			
Siempre / Casi siempre	22.99 (129)	26.00 (1466)	1.04 (0.95 - 0.10)
A veces / Nunca	77.00 (432)	73.99 (4171)	p=0.5526

IC 95%: Intervalo de confianza del 95%

En la Tabla 4 se muestra que los sujetos activos tienen 1,8 veces más posibilidad de comer frutas y 1,3 veces más posibilidad de consumir lácteos todos los días que los sujetos sedentarios (OR=1,8 IC 95%: 1,5-2,1; OR=1,3 IC 95%: 1,1-1,5; respectivamente). Pertenecer a un quintil de mejor nivel socioeconómico, aumenta la posibilidad de comer frutas, verduras y leche todos los días, en comparación con el quintil más bajo.

TABLA 4
Regresión Logística del consumo diario de alimentos saludables y su condición de activo según quintiles de NSE¹ ajustado por sexo y edad

	Consumo diario de frutas ²			Consumo diario de verduras ³			Consumo diario de leche ⁴		
	OR	95% CI	p	OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
Activo	1.77	1.48-2.13	0.000	1.21	0.93-1.34	0.217	1.28	1.06-1.54	0.007
Quintil 2	1.22	1.05-1.42	0.007	1.79	1.54-2.08	0.000	1.39	1.19-1.62	0.000
Quintil 3	1.42	1.22-1.66	0.000	1.97	1.69-2.30	0.000	2.06	1.76-2.42	0.000
Quintil 4	1.53	1.30-1.80	0.000	2.88	2.45-3.40	0.000	2.68	2.27-3.16	0.000
Quintil 5	1.75	1.48-2.07	0.000	3.26	2.75-3.87	0.000	3.90	3.27-4.64	0.000

OR: Odds ratios IC 95%: Intervalo de confianza del 95%

1 Quintiles comparados con el quintil de NSE más bajo.

2 Test Hosmer – Lemeshow; p= 0.2818

3 Test Hosmer – Lemeshow; p= 0.0980

4 Test Hosmer – Lemeshow; p= 0.5698

En la Tabla 5, se muestran los resultados del modelo logístico de autopercepción de obesidad-sobrepeso y de estrés con relación a la condición de sedentario y quintiles de ingreso ajustado por edad, sexo y control de peso. Los sujetos sedentarios tienen 1,8 veces más posibilidad de percibirse con obesidad o sobrepeso que los activos, lo cual coincide con lo esperado, ya que la obesidad es mayor en personas sedentarias. Sin embargo, no hubo diferencias por quintiles de ingreso.

TABLA 5
Regresión Logística de la percepción de estrés y peso según su condición de sedentario, por quintiles de NSE¹, ajustando por edad y sexo

	Percepción peso obeso/sobrepeso ²			Percepción estrés siempre/casi siempre ³		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
Sedentario	1.75	1.44-2.13	0.000	1.03	0.83-1.27	0.799
Quintil 1	1.13	0.94-1.34	0.177	1.32	1.08-1.60	0.006
Quintil 2	1.26	1.05-1.50	0.012	1.35	1.11-1.65	0.003
Quintil 3	1.21	1.01-1.45	0.044	1.52	0.93-1.44	0.000
Quintil 4	1.13	0.94-1.37	0.187	1.16	1.48-2.07	0.178

OR: Odds ratios

IC 95%: Intervalo de confianza del 95%

1 Quintiles comparados con el quintil 5.

2 Test Homer – Lemeshow; p= 0.0796

3 Test Homer – Lemeshow; p= 0.2731

Respecto al estrés, no se encontraron diferencias entre los sujetos activos y sedentarios. Sólo se encontró una fuerte asociación del estrés con la pertenencia a los quintiles más

bajos (1-3), en comparación al quintil más alto, que sufre menos estrés.

DISCUSION

La radiografía de la situación chilena que otorgan los resultados de la Encuesta Calidad Vida y Salud 2006 (14), es totalmente traspasable a la realidad actual y sus resultados pueden ser utilizados en políticas públicas. De ahí que sea tan importante realizar este tipo de encuestas en forma periódica, para poder ir midiendo los cambios que se producen, y también analizar los datos que estas encuestas entregan con una mayor profundidad, como se hizo en este estudio.

En el 2010 nuestra población mantiene altas tasa de sedentarismo, bajo consumo de frutas y verduras y altos niveles de obesidad en diferentes grupos etáreos (12,13). Chile ha realizado enormes esfuerzos para modificar estos indicadores y mejorar la salud de la población (16). Sin embargo, existe un estancamiento sin cambios significativos en los últimos 10 años (13,17).

Hay consenso de que la actividad física es el mejor factor protector de las enfermedades crónicas no transmisibles, ya que tiene impacto en prácticamente todos los factores de riesgo ambientales que las producen, lo cual está avalado por numerosos estudios y por la Organización Mundial de la Salud (10,18). A raíz de lo anterior, se hace necesario investigar, con mayor profundidad y especificidad, como se asocian las conductas de la población chilena, con el objeto de poder elaborar políticas de salud pública que tiendan a cambios más significativos en la actividad física que realizan los chilenos.

Para ello, en este estudio se relaciona la actividad física

con el consumo de alimentos saludables, como son la fruta, las verduras y los lácteos. En el caso de las frutas y verduras, es conocido su efecto protector y de prevención en los cánceres, enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad (18,19) y es por ello que existe en el país el programa “5 al día Chile”, que promueve aumentar el consumo de frutas y verduras de 2 a 5 porciones de 80 gramos cada una para llegar a un mínimo de 400 gramos al día, que es la recomendación OMS (20). Ambos elementos, la actividad física regular y el consumo de alimentos saludables deben formar parte de una campaña nacional permanente de Promoción de Salud a la que el país debe darle prioridad e invertir recursos en ella.

En este análisis comprobamos que el ser “activo” si está relacionado positivamente con el consumo de frutas, verduras y lácteos, que es mayor a medida que aumenta el nivel socioeconómico. También se comprobó que existe relación con la percepción del peso, en el sentido de que las personas sedentarias se perciben con más sobrepeso y obesidad que las activas, lo cual no tiene relación con el nivel socioeconómico. No se encontró relación estadísticamente significativa entre el ser activo o sedentario con el estrés; sólo se mostró una tendencia en ese sentido y un mayor nivel de estrés en los niveles socio-económico bajos. La relación entre ser activo y nivel socioeconómico por quintiles, muestra que a medida que mejora el nivel socioeconómico, las personas hacen más actividad física y consumen más alimentos saludables. Es decir, tal como se esperaba, los hábitos de vida saludable son mejores en los niveles socioeconómicos más altos, que tienen un mayor ingreso y una mejor educación que los otros sectores de la población, lo cual es un indicador más de la inequidad que existe en nuestra población.

Queda por investigar si el hecho de ser activo ayuda a modificar los hábitos de alimentación, o si las personas que se alimentan bien, tienden a buscar instancias para realizar sistemáticamente más actividad física. Pueden ser ambas cosas, pero parece lógico postular que las personas que hacen actividad física en forma regular, tiendan a alimentarse en forma más saludable para poder cumplir con este hábito en forma sistemática. En el caso de los que son sedentarios y pasan a ser activos, para poder hacerlo requieren de una gran disciplina, constancia y esfuerzo, lo cual ayuda a tomar mayor conciencia de la importancia de su alimentación para poder mantener esa disciplina física.

Sin embargo, hay que destacar que para todos los grupos analizados, el consumo de frutas y verduras es mucho menor que la recomendación de comer a lo menos 5 porciones de 80 gramos cada una al día, recomendado por la OMS y el programa 5 al día Chile (18,20). Lo mismo sucede para el caso de los lácteos, cuyo consumo también es bajo para los requerimientos de tener una mejor salud (21).

Con los resultados de este estudio, es posible plantear políticas y programas dirigidos a aumentar la actividad física

en los grupos de nivel socioeconómico más bajo y a mejorar su dieta, especialmente en lo que se refiere a incrementar el consumo de frutas, verduras y lácteos sin grasa en hombres.

REFERENCIAS

1. Vio F, Albala C. Nutrition Policy in the Chilean transition. *Public Health Nutr* 2000; 3: 49-55.
2. Vio F, Albala C. Epidemiología de la obesidad en Chile. *Rev Chil Nutr* 2000; 27(Supl 1):97-104.
3. Salinas J, Vio F. Promoción de la Salud en Chile. *Rev Chil Nutr* 2002; 29: (Supl 1): 164-172.
4. Albala C, Vio F, Kain J, Uauy R. Nutrition Transition in Chile: determinants and consequences. *Public Health Nutr* 2002; 5:123-128.
5. Ministerio de Salud. División de Salud de las personas. Diseño e implementación de las prioridades en salud. La reforma programática Chilena. Santiago, Chile, diciembre 1997.
6. Ministerio de Salud. División de Salud de las Personas. Estrategias Innovadoras en Salud. La Reforma Programática Chilena y Financiera Chilena. Santiago, Chile, abril 1998.
7. Consejo Nacional para la Promoción de la Salud VIDA CHILE. Plan Estratégico 2001 – 2006. Metas intersectoriales al 2006. Santiago, Chile, 2000.
8. Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Estadísticas. Primera Encuesta Nacional de Calidad de Vida y Salud, Santiago, Chile, 2000.
9. Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Chile Deportes, INTA. Guía para una Vida Activa. Vio F, Salinas J, eds. Andros Impresores. Santiago, Chile 2003.
10. Organización Mundial de la Salud. Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud. Ginebra, 2005.
11. Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. Estrategia Global contra la Obesidad (EGO-Chile). <http://www.minsal.cl/ici/nutricion/nutricion.html>. Accedido en abril 2010.
12. Ministerio de Salud Departamento de epidemiología. Evaluación de los Objetivos Sanitarios de la década. <http://www.minsal.cl>. Accedido en octubre 2010.
13. Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. Objetivos Sanitarios de la década 2000-2010. Evaluación final del periodo. Grado de cumplimiento de los objetivos de impacto. Primera edición, agosto 2010.
14. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Estadística. Segunda Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2006. Departamento de Epidemiología y Departamento de Promoción de Salud, Santiago, Chile, 2007.
15. STATA. Stata 10.1. StataCorp. 2007. Stata Statistical Software: Release 10. College Station, TX: StataCorp LP.
16. Crovetto M, Vio F. Antecedentes internacionales y nacionales de la promoción de salud en Chile: Lecciones aprendidas y proyecciones futuras. *Rev Chil Nutr* 2009; 36:32-45.
17. Vio F, Albala C, Kain J. Nutrition transition in Chile revisited: mid-term evaluation of obesity goals for the period 2000-2010. *Public Health Nutr* 2008; 11:405-412.
18. Organización Mundial de la Salud. Dieta, Nutrición y Prevención de las Enfermedades Crónicas. Serie de Informes Técnicos TRS, 916, 2003.

19. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.
20. Vio F, Zacarias I, González D. Implementación de un programa de promoción del consumo de frutas y verduras: Corporación 5 al Día Chile. En: Chile. Ministerio de Agricultura; Universidad de Chile, INTA; Corporación 5 al Día. Contribución de la Política Agraria al Consumo de Frutas y Verduras en Chile. Un Compromiso con la Nutrición y la Salud en la Población. Santiago: Maval Ltda.; 2008. p.25-42.
21. World Health Organization. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Geneva, 2nd. Edition, 2004.

Recibido: 14-10-2010

Aceptado: 23-11-2010

Prevalencia de obesidad y nivel de actividad física en escolares adolescentes

Francisco García De la Montaña, Montserrat Míguez Bernardez y Julia De la Montaña Miguélez

Area de Nutrición y Bromatología. Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo. España

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue cuantificar la prevalencia de sobrepeso y obesidad y su relación con el nivel de actividad física realizada en días lectivos en un grupo de estudiantes de Ourense (Galicia, Noroeste de España). Participaron 111 escolares de 5º y 6º curso de educación primaria, con una edad media de 11,3 años; el 42,3% eran niñas y el 57,7% niños. Se determinó el peso, la talla y el índice de masa corporal (IMC). Para la definición de la obesidad y el sobrepeso se utilizaron como puntos de corte los valores percentilados del IMC para la edad (IMC/E). El nivel de actividad física (AF) se determinó mediante un cuestionario-entrevista validado para su utilización en la población infantil española. El 38,7% de la población presentó sobrepeso u obesidad; aunque la prevalencia fue mayor en niñas no se encontraron diferencias significativas para el IMC entre sexos. El 61,2% de los escolares fueron inactivos o muy inactivos, siendo mayor este porcentaje entre las niñas, para las que el gasto energético medio (METS equivalente metabólico expresado en Kcal.kg⁻¹hora⁻¹) es significativamente menor que para los niños.

Palabras clave: Actividad física, sobrepeso, obesidad, escolares adolescentes.

SUMMARY. Prevalence of obesity and level of activity physical in school adolescents. The objective of the work was to quantify the prevalence of overweight and obesity in a group of students of Ourense and its relation with the physical activity levels during school. 111 schoolares in the 5th and 6th year of primary school, with an average age of 11.3 years participated. 42.3% were women and 57.7% men. Weight, height and body mass (BMI) index were determined. Overweight and obesity were defined using as criteria the value of BMI-specific percentiles for age and sex. Physical activity (PA) level was assessed using an interview-questionnaire designed to be used with Spanish child population. 38.7% of the population presented overweight or obesity, and although the prevalence was higher in girls, no significant differences for the BMI between sexes were found. Results revealed the 61.2% of the adolescents to be inactive or very inactive, this percentage was higher for the girls than for the boys; for which the average energy expenditure (metabolic equivalent METS expressed in Kcal.kg⁻¹ hour) is significantly smaller than the average for boys.

Key words: Activity physical, overweight, obesity, school adolescents.

INTRODUCCION

Las principales organizaciones internacionales y nacionales que trabajan en el ámbito de la salud, (Organización Mundial de la Salud OMS, Internacional Obesity TaskForce IOTF, Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad SEEDO) consideran la obesidad como uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los países desarrollados, e incluso en países en vías de desarrollo coexiste conjuntamente con los problemas de malnutrición. La obesidad infantil, a corto plazo, no se asocia con mayores tasas de mortalidad, pero el riesgo es mayor en la edad adulta (1,2). Los efectos de la obesidad infantil se observan tanto sobre la salud física (3,4) (diabetes tipo II, hipertensión arterial, dislipemia...) como sobre la salud emocional (4,5,8) (baja autoestima, depresión, marginación...). La prevalencia de obesidad en la población española de 2-24 años, según el estudio EnKid (6) es de 13,9% y para el sobrepeso de 12,4%, lo que implica que el 26,3% de la población infantojuvenil presenta problemas de peso, y según el estudio Avena (7) la prevalencia continúa aumentando entre los adolescentes españoles. Aunque la obesidad debe de

considerarse como una enfermedad multifactorial, en la infancia, en el 99% de los casos, se debe a factores relacionados con los estilos de vida: excesos de energía en la dieta e incremento del sedentarismo (8). En la revisión realizada por Bautista *et al* (9) sobre la relación entre desarrollo de la obesidad infantil y patrones de actividad física (AF), se sugiere que la AF podría tener un papel importante en el mantenimiento del peso normal en niños y adolescentes. Los objetivos de este trabajo son: conocer la prevalencia del sobrepeso y obesidad en un grupo de escolares de 11-13 años de la ciudad de Ourense y determinar el nivel de AF que estos jóvenes realizan durante los días lectivos.

MATERIAL Y METODOS

Se trata de un estudio observacional transversal en la población de niños de 5º y 6º curso de educación primaria de centros públicos de Ourense durante el curso 2008/09. Este proyecto se presentó y contó con la aprobación del Delegado de Educación de la Xunta de Galicia, de la Concejalía de Educación del Ayuntamiento y de los directores de los Centros

de Educación Infantil y Primaria (CEIP) implicados. Para cada niño participante se solicitó el consentimiento informado de los padres o tutores. Este estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y cumple con la normativa legal en España que regula la investigación clínica en humanos. Para el cálculo del tamaño muestral se tuvieron en cuenta los datos de prevalencia de sobrepeso y obesidad reportados en estudios de referencia (6). Se consideró un nivel de seguridad del 95% y una precisión del 5%. El tamaño muestral resultante fue de 111 niños. La recogida de datos (medidas antropométricas y cuestionario de actividad física) se efectuó *in situ* en las instalaciones de los CEIP, mediante entrevista personalizada. Las mediciones antropométricas fueron realizadas por nutricionistas con formación acreditada por la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). El peso se determinó con el sujeto descalzo y en ropa ligera utilizándose una báscula portátil modelo Seca (Seca Medical Scales and Measuring System. 40 Barn street B55QB Birmingham U.K) con precisión de 1kg (rango 1-150kg); la talla se estimó mediante un tallímetro portátil Seca 217 con una precisión $\pm 0,1$ cm. La medida se realizó con el sujeto descalzo en bipedestación haciendo coincidir su línea media sagital con la línea media del tallímetro. La cabeza se ajustó de modo que una línea horizontal pase por el conducto auditivo y la parte inferior de la órbita del ojo (Plano de Frankfort) (10). A partir de ambas variables, se obtuvo el IMC. Dado que el valor del IMC y la composición corporal cambian sustancialmente a lo largo del crecimiento y desarrollo, se optó por utilizar el IMC para la edad (IMC/E), calculado mediante el programa informático diseñado por Romero (14), definiéndose el sobrepeso y la obesidad en términos de percentiles del IMC/E señalados por el Center for Disease Control and Prevencion (CDC) (12). Así se consideró como sobrepeso valores de IMC/E iguales o superior al percentil 85 del IMC/E y como obesidad valores iguales o superior al percentil 95 del IMC/E.

Para la valoración de la AF se utilizó un cuestionario-entrevista en donde se pregunta a los jóvenes por las actividades realizadas el día anterior, especificando el tiempo de realización y su intensidad. Este cuestionario está adaptado del "Four by one-day physical activity questionnaire", diseñado por Cale en 1993 (13), fue modificado por Cantera y Devís (14) y validado para su utilización en la población infantil. La elección de este cuestionario se justifica porque en diferentes estudios de validación (13,15) se encontraron correlaciones significativas al compararlo con técnicas de monitorización ($r=0.61$, $p>0.01$) y con otros métodos observacionales ($r=0.79$, $p<0.01$) para el cálculo de la AF. El cuestionario permite determinar, por estimación, el gasto total de energía correspondiente a un día lectivo. La unidad de medida de la energía gastada fue el MET (equivalente metabólico expresado en $\text{Kcal.Kg}^{-1}\text{hora}^{-1}$), unidad muy utilizada en estudios

epidemiológicos y que se define como la energía consumida por una persona durante su metabolismo basal o de reposo, equivalente a 1 Kilocoría por Kilogramo y hora (16). Se estimó el gasto energético diario del niño multiplicando el tiempo (minutos) gastado en cada una de las actividades diarias por el valor del MET correspondiente a cada actividad e intensidad de acuerdo a la clasificación de Ainsworth *et al* (17). Las actividades se clasificaron en 4 categorías de intensidad de acuerdo a los trabajos de Cantera-Garde *et al*. (14). En base al valor obtenido de gasto energético diario para cada niño, los sujetos se agruparon en cuatro categorías propuestas por Cale (13): activo ($\geq 40 \text{ Kcal.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$); moderadamente activo (entre 37 y 39.99 $\text{Kcal.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$); inactivo (entre 33 y 36.99 $\text{Kcal.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$) y muy inactivo ($<33 \text{ Kcal.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$). El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS 17.0 para Windows. Los resultados se expresan como media e intervalo de confianza al 95% en unos casos y como porcentajes de frecuencia en otros. Previamente a la comparación entre grupos de las variables estudiadas se estudia la normalidad de los datos obtenidos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para aplicar, en función a los resultados, test paramétricos (ANOVA) o test no paramétricos (Kruskall-Wallis) comprobando si hay diferencias significativas entre los distintos grupos. En caso afirmativo, el test de Tuckey (paramétrico) o de Mann-Whitney (no paramétrico) nos permitirá conocer entre qué grupos las diferencias son significativas. Para estudiar la relación entre variables categóricas se calculó el parámetro estadístico chi-cuadrado de Pearson. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p<0.05$.

RESULTADOS

Datos antropométricos

Los datos antropométricos se recogen en la Tabla 1. De los 111 participantes el 42.3% eran niñas con una edad media de 11.3 años y el 57.7% eran niños de 11.2 años de edad media. No se encontraron diferencias significativas entre niños y niñas para la edad, peso, talla e IMC. La mayoría de la población (Figura 1) es normopeso, aunque hay un porcentaje considerable de adolescentes (38.7%) con sobrepeso y obesidad, siendo mayor la incidencia en las niñas (42.6%) que en los niños (36%), tal y como se refleja en las Figuras 2 y 3. Cabe señalar que hay pocos casos de insuficiencia de peso entre los escolares. Los valores medios de IMC para los grupos normopeso, sobrepeso y obesidad son significativamente diferentes (Tabla 1), tanto en la población general como en ambos sexos.

Actividad física durante el día lectivo

El gasto energético diario medio para esta población fue de 36.96 $\text{Kcal.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$ siendo significativamente más elevado

en niños que en niñas (Tabla 2). Los escolares realizan diariamente actividades pertenecientes a todas las categorías, aunque dedican más tiempo a actividades muy ligeras (12.22 horas/día) con un gasto energético medio de 18.51 Kcal.kg⁻¹.día⁻¹, por el contrario le dedican el menor tiempo de su jornada a las actividades moderadas. Los valores del gasto energético y de las horas dedicadas a actividades muy ligeras, moderadas y vigorosas son significativamente diferentes entre ambos sexos. Al clasificar a la población en función de la actividad física diaria realizada se comprobó que la mayoría de los escolares eran inactivos o muy inactivos (Figura 4) y solo el 38.7% eran activos o muy activos, además se observó que los niños fueron más activos y las niñas mas inactivas, hallándose en estas dos categorías los porcentajes más dispares, mientras que para las categorías moderadamente activos y muy inactivos fueron similares en ambos sexos, aunque no se encontró asociación entre el sexo y el nivel de actividad física realizado.

TABLA 1
Datos antropométricos de la población y por sexos e IMC por grupos ponderales

	Población N=111	Niñas N=47	Niños N=64
Edad (años)	11.2 (11.1-11.4)	11.3 ^a (11.1-11.5)	11.2 ^a (11.0-11.4)
Peso (kg)	43.9 (42.2-45.6)	44.9 ^a (42.5-47.4)	43.1 ^a (40.9-45.4)
Talla (cm)	148.4 (146.8-150.1)	149.3 ^a (146.8-151.8)	147.8 ^a (145.7-150.0)
IMC (media)	19.8 (19.24-20.30)	20.1 ^a (19.20-20.98)	19.5 ^a (18.87-20.21)
IMC normopeso	18.09 ^c (17.75-18.42)	18.06 ^c (17.50-18.62)	18.10 ^c (17.70-18.58)
IMC sobrepeso	21.55 ^d (21.09-22.01)	21.63 ^d (20.70-22.56)	21.49 ^d (21.05-21.92)
IMC obesidad	25.07 ^e (24.48-25.66)	25.62 ^e (24.50-26.74)	24.60 ^e (24.03-25.17)

Para la edad, peso, talla y valor medio de IMC: letras iguales como superíndices en la misma fila muestran que no existen diferencias significativas.

Para IMC normopeso, IMC sobrepeso e IMC obesidad: letras iguales como superíndices en la misma columna muestran que no existen diferencias significativas

Los datos se muestran como media (intervalo de confianza al 95%)

FIGURA 1
Distribución de la población (%) en función del IMC

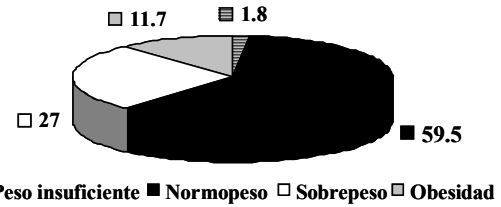


FIGURA 2
Distribución de la población femenina (%) en función del IMC

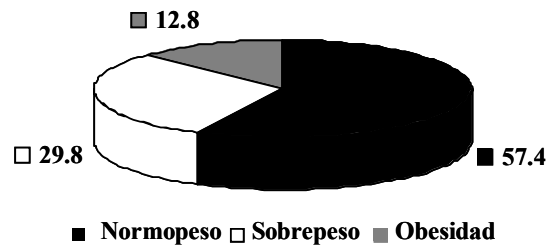


FIGURA 3
Distribución de la población masculina (%) en función del IMC

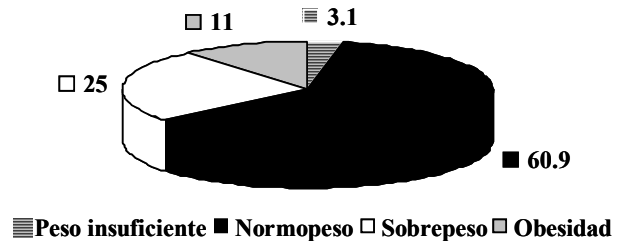
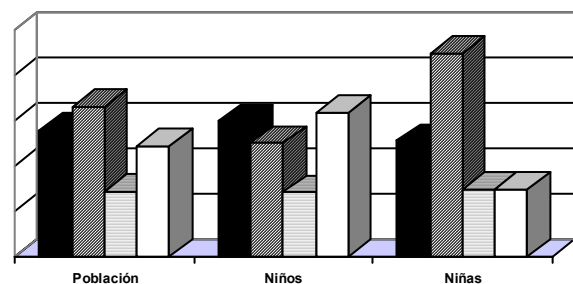


FIGURA 4
Distribución de la muestra (%) según el nivel de actividad física durante un día lectivo



	Población	Niños	Niñas
■ Muy inactivos	27.9%	29.7%	25.5%
▨ Inactivos	33.0%	25.0%	44.7%
▩ Moderadamente activos	14.4%	14.1%	14.9%
□ Activos	24.3%	31.6%	14.9%

TABLA 2
Tiempo medio diario y gasto energético diario (METs) realizado durante un día lectivo en diferentes actividades clasificadas según su intensidad

Actividad	Población		Tiempo (horas)		METs (Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹)	
	Tiempo (horas)	METs Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Niñas	Niños	Niñas	Niños
Dormir	9.84 (9.71-9.97)	8.86 (8.74-8.98)	9.72 ^a (9.51-9.92)	9.93 ^a (9.76-10.11)	8.75 ^c (8.56-8.93)	8.94 ^c (8.78-9.10)
Muy ligera	12.22 (11.98-12.46)	18.51 (18.12-18.90)	12.54 ^a (12.15-12.92)	12.00 ^b (11.68-12.30)	19.18 ^c (18.62-19.74)	18.01 ^d (17.50-18.52)
Ligera	1.08 (0.93-1.24)	2.73 (2.33-3.13)	0.94 ^a (0.73-1.16)	1.19 ^a (0.96-1.41)	2.38 ^c (1.84-2.92)	2.98 ^c (2.41-3.56)
Moderada	0.12 (0.05-0.20)	0.56 (0.22-0.90)	0.26 ^a (0.09-0.43)	0.02 ^b (-0.01-0.05)	1.21 ^c (0.45-1.97)	0.08 ^d (-0.05-0.20)
Vigorosa	0.82 (0.65-0.99)	6.31 (4.92-7.69)	0.62 ^a (0.38-0.85)	0.97 ^b (0.72-1.21)	4.57 ^c (2.74-6.40)	7.57 ^d (5.60-9.55)
Total		36.96 (35.88-38.04)			36.10 ^c (34.55-37.64)	37.59 ^d (36.09-39.09)

Para las variables Tiempo y METs: letras iguales como superíndices en la misma fila muestran que no existen diferencias significativas de género.

Los datos se expresan como media (intervalo de confianza al 95%)

En la Tabla 3 se reflejan los valores de los METs gastados por esta población, clasificada en escolares con normopeso, con sobrepeso y con obesidad, para cada categoría de AF encontrándose que las diferencias entre los valores de gasto

energético no son estadísticamente significativos entre dichos grupos, tanto para la población en general como estudiada por sexos (Tabla 4 y 5).

TABLA 3
Gasto energético diario (METs) de la población, realizado durante un día lectivo, para cada categoría de actividad y por grupos ponderales

	Muy ligera Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Ligera Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Moderada Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Vigorosa Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Total día Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹
Población					
Normopeso	18.67 ^a (18.16-18.18)	2.58 ^a (2.08-3.10)	0.56 ^a (0.08-1.04)	5.99 ^a (4.19-7.78)	36.64 ^a (35.29-37.98)
Sobrepeso	18.39 ^a (17.77-19.02)	3.21 ^a (2.41-4.01)	0.63 ^a (-0.02-1.28)	5.16 ^a (2.74-7.57)	36.26 ^a (34.22-38.30)
Obesidad	18.15 ^a (16.42-19.88)	2.50 ^a (0.97-4.02)	0.43 ^a (-0.27-1.14)	10.18 ^a (4.81-15.56)	40.14 ^a (36.05-44.23)

Los datos se expresan como media (intervalo de confianza al 95%)

Letras iguales como superíndices en la misma columna muestran que no existen diferencias significativas

TABLA 4
Gasto energético diario (METs) de las niñas, realizado durante un día lectivo, para cada categoría de actividad y por grupos ponderales

	Muy ligera Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Ligera Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Moderada Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Vigorosa Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Total día Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹
Niñas					
Normopeso	19.35 ^a (18.55-20.14)	2.15 ^a (1.54-2.76)	1.34 ^a (0.19-2.50)	3.54 ^a (1.55-5.54)	35.10 ^a (33.56-36.63)
Sobrepeso	19.25 ^a (18.33-20.17)	2.67 ^a (1.72-3.61)	1.07 ^a (-0.26-2.40)	5.57 ^a (0.98-10.6)	37.25 ^a (33.30-41.20)
Obesidad	18.31 ^a (16.00-20.61)	2.74 ^a (-0.73-6.21)	0.94 ^a (-0.78-2.66)	6.91 ^a (-0.26-14.07)	37.92 ^a (31.24-44.60)

Los datos se expresan como media (intervalo de confianza al 95%)

Letras iguales como superíndices en la misma columna muestran que no existen diferencias significativas

TABLA 5
Gasto energético diario (METs) de los niños, realizado durante un día lectivo, para cada categoría de actividad y por grupos ponderales

	Muy ligera Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Ligera Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Moderada Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Vigorosa Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹	Total día Kcal.kg ⁻¹ día ⁻¹
Niños					
Normopeso	18.20 ^a (17.55-18.85)	2.89 ^a (2.14-3.65)	0.02 ^a (-0.2-0.05)	7.68 ^a (5.04-10.31)	37.70 ^a (35.66-39.77)
Sobrepeso	17.64 ^a (16.88-18.40)	3.69 ^a (2.39-5.00)	0.25 ^a (-0.28-0.78)	4.80 ^a (2.10-7.49)	35.40 ^a (33.33-37.47)
Obesidad	18.02 ^a (14.78-21.26)	2.29 ^a (0.56-4.02)	0.00 ^a (0.00-0.00)	13.00 ^a (3.79-22.22)	42.04 ^a (35.61-48.48)

Los datos se expresan como media (intervalo de confianza al 95%)

Letras iguales como superíndices en la misma columna muestran que no existen diferencias significativas

DISCUSION

Los resultados expuestos se refieren exclusivamente a una muestra de alumnos de educación primaria del ayuntamiento de Ourense, por lo que no pueden extrapolarse a toda la población escolar, además hay que señalar las limitaciones metodológicas en la medición de la AF, así como la escasez de estudios realizados en población escolar que utilicen los mismos cuestionarios para medir la AF y los mismos criterios para la definición del sobrepeso y obesidad en estas edades, lo que debe de tenerse en cuenta a la hora de establecer comparaciones con otros estudios.

En la muestra no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos para las variables peso, talla, e IMC, lo que concuerda con el estudio realizado en el 2007 (18) en una población escolar de Albacete, aunque hay que indicar que los escolares tenían entre 6 y 8 años, también Barquero et al (19) señalaron la falta de significancia estadística, entre sexos, para el IMC en una muestra de escolares de primaria en colegios de Navarra. El porcentaje conjunto de sobrepeso y obesidad en los escolares estudiados fue de 38.7%, valor

más elevado que el de diferentes estudios realizados en poblaciones juveniles españolas: así el valor medio para la población española de 2-24 años -estudio enKid (20)- fue de 26.3%; 32.6% en escolares de 8 años en Huesca -estudio Piano (21)-; 30.8% en los escolares de 7-12 años en una muestra en Aragón (22); 25.69% en el estudio Avena (7); 22.57% en la población de 6-13 años del estudio Ponce (23) y 18.11% en escolares madrileños de 6-18 años (24). En otro estudio (25) realizado con jóvenes de 14-18 años en Palma de Mallorca, se encontró la menor prevalencia de sobrepeso y obesidad que en otros adolescentes españoles, europeos occidentales y que los norteamericanos. Posiblemente el valor más elevado de nuestro estudio pueda estar condicionado por la preadolescencia, que según el trabajo de Garrido *et al.* (24), realizado en escolares de 6-18 años de la comunidad de Madrid, es una etapa de especial riesgo para el desarrollo del sobrepeso, lo que a su vez está influenciado por razones socioeconómicas, de ahí que en dicho estudio encontraran una mayor prevalencia de sobrepeso u obesidad en los colegios públicos. Por otro lado el porcentaje de escolares orensanos con problemas de peso es similar al que se encontró en una

población de adolescentes mejicanos de 12 a 17 años (37.21%) (26) y por el contrario se encontraron valores más altos que los de este trabajo en un estudio longitudinal realizado en niños de 6-8 años de Albacete durante el curso escolar de 2007 (18), en el que más de la mitad de la muestra presentó problemas de exceso de peso. Y lo mismo ocurre en una muestra de niños de 8-12 años de una localidad de Sevilla (27), donde el 46.92% de la población presenta sobrepeso u obesidad. En cuanto a las diferencias por sexos, algunos estudios señalan que la incidencia de la obesidad conjuntamente con el sobrepeso es mayor en niños que en niñas (7,8,20) aunque Puig Mojer *et al.* (25) al igual que Martín Acero *et al.* (28) concuerdan con los datos aquí presentados de mayor prevalencia en niñas. En otros estudios sólo se detectó una mayor incidencia en el sexo femenino para la obesidad (23), siendo esta diferencia estadísticamente significativa en el trabajo realizado con niños aragoneses de 7-12 años (22). Sin embargo también hay algunos estudios en los que los porcentajes de sobrepeso y obesidad no difieren significativamente entre niños y niñas, independientemente de la franja de edad de los escolares (21,24,29).

El gasto energético medio de los escolares fue de 36.96 Kcal. kg⁻¹.día⁻¹, valor más bajo que el encontrado en un estudio realizado en escolares valencianos (30) y similar al gasto de los escolares de Teruel (14). En bibliografía existen datos muy heterogéneos de niveles de actividad en niños que puede deberse a que los criterios utilizados para definir "actividad" son muy dispares, lo que implica variaciones en los resultados y en las conclusiones derivadas de estos estudios. El porcentaje de escolares orensanos inactivos (61.2%) es más elevado que los de Teruel (42.8%) (14) y casi duplica al valor encontrado en escolares valencianos (32.2%) (30), ambos estudios emplean la misma metodología que la que se utilizó en nuestro trabajo, lo mismo ocurre con unos escolares de Madrid (31), aunque en este caso la medida de la AF se realizó con métodos diferentes. Por el contrario el valor encontrado en nuestro estudio es inferior al de los escolares de Sevilla (27), pero hay que indicar que estos investigadores consideran que un niño es activo cuando realiza 1 hora de ejercicio dirigido por monitor al menos 3 veces por semana, sin que se especifique la intensidad del mismo. Si usásemos como criterio de actividad la realización de al menos 1 hora de AF moderada (5-8 METS), tal y como proponen los autores del trabajo realizado con escolares gallegos (32), obtendríamos que todos los escolares participantes serían clasificados como inactivos. Por lo expuesto anteriormente consideramos que se deben de unificar los criterios a la hora de definir el concepto de "actividad", lo que permitirá poder establecer comparaciones más fiables entre los diferentes estudios poblacionales. En la población estudiada se observó, al igual que en los escolares de Valencia (30) y Teruel (14) que las actividades muy ligeras (1,5 METs) son las más realizadas por los escolares, aunque en este caso el

tiempo empleado es superior en 1.6 horas al de los valencianos y en 1.2 horas al de los escolares de Teruel. Mientras que las actividades moderadas son a las que le dedican menos tiempo (0.12 horas) frente a las 0.85 horas de los de Teruel (14), 0.74 horas de los valencianos (30) y 0.73 de escolares mejicanos (26). Por el contrario los escolares orensanos dedican más tiempo que los de Teruel (0.61 horas) (14) y los mejicanos (26) (0.58 horas) a las actividades vigorosas, y casi duplica el tiempo de los escolares valencianos (0.42 horas) (30). El hecho de que no existan diferencias significativas para los valores del gasto energético (METs) por categorías de actividad entre los escolares normopeso y los que presentaban sobrepeso y obesidad, concuerda con los resultados del estudio EnKid (20), en el que solamente observaron dichas diferencias significativas en chicos de alto nivel socioeconómico y en chicas de grandes ciudades y con los del estudio realizado en adolescentes mejicanos (26). En la revisión realizada por Pérez Gaxiola et al (33), de artículos publicados en *Pediatrics*, *Journals of Pediatrics* y *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, hasta septiembre de 2008, se concluye que las intervenciones basadas en el aumento de la actividad física a nivel escolar no mejoran el IMC. Según Cordente et al (31) podría deberse a que en la preadolescencia aun no ha dado tiempo a que se manifiesten los efectos de la inactividad física sobre la composición corporal, situación que sí se manifiesta en estudios realizados con adultos. El valor medio del gasto energético total de las niñas es significativamente menor que los niños, conclusión a la que llegan la totalidad de la bibliografía consultada tanto en estudios nacionales (14,20,30,31,34), como en los realizados en Portugal (35), Teheran (36) o EEUU (37), con la excepción del trabajo realizado con 30 niños de Navarra (19). De todo lo expuesto anteriormente se puede concluir que es necesario un criterio de consenso a la hora de establecer que se considera como actividad física y que las chicas son siempre más inactivas en todas las franjas de edad, lo que debe de servir para seguir insistiendo en la necesidad de continuar con la promoción del ejercicio físico como un instrumento para mejorar la salud en la edad adulta.

REFERENCIAS

1. Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Sante (Anaes). Prise en charge de l'obésité de l'enfant et de l'adolescents. 2004.
2. Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Stewart L, et al. Health consequences of obesity. *Arch Dis Child*. 2003;88:748-52 .
3. Egea GM^m. Obesidad, marcadores inflamatorios y síndrome metabólico en niños de la zona de Úbeda (Jaén). Tesis Doctoral Universidad de Granada. 2008.
4. Ruiz PM, Mérida M, Santana VC, García V, Valenzuela PC. Hipertensión arterial y obesidad. *BSCP Can Ped*.

- 2005;29(2):139-48.
5. Edmunds L, Waters E, Elliot EJ. Evidence based pediatrics: Evidence based management of childhood obesity. *BMJ*. 2001;323:916-9.
 6. Serra-Majem ML, Ribas BL, Aranceta BJ, Pérez RC, Saavedra SP y Peña QL. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Med Clin (Barc.)*. 2003;121(19):725-32.
 7. Moreno LA, Mesana MI, Fleta J, Ruiz, JR, Gonzalez-Gross M, Sarria A, et al. The Avena Study Group. Overweight, obesity and body fat composition in Spanish adolescents. *Ann Nutr Metab*. 2005;49:71-76.
 8. Quiles IJ, Pérez RC, Serra-Majem ML, Román B, Aranceta J. Situación de la obesidad en España y estrategias de intervención. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2008;14 (3):142-49.
 9. Bautista-Castaño I, Sangil-Monroya M, Serra-Majem L. Conocimientos y lagunas sobre la implicación de la nutrición y la actividad física en el desarrollo de la obesidad infantil y juvenil. *Med Clin (Barc)*. 2004;123(20):782-93.
 10. Planas M, Pérez-Portabella C, Virgili N. Valoración del estado nutricional en el adulto. En *Tratado de Nutrición Tomo III. Nutrición Humana en el estado de Salud*. Gil A (ed). Acción Médica. Madrid 2005;117-148.
 11. Romero: <http://www.ac.uma.es/~felipe/bmi/>
 12. Centre for Disease Control and Prevention (CDC) <http://www.cdc.gov/obesity/childhood/defining.html>
 13. Cale L. Monitoring physical activity in children, PhD thesis, Loughborough. University of Technology. 1993.
 14. Cantera-Garde MA, Devís-Devís J. Physical activity levels of secondary school Spanish adolescents. *Eur J Phys Educ*. 2000;5:28-44.
 15. Cale L. Self-report measures of children's physical activity: Recommendations for future development and a new alternative measure. *Health Educ J*. 1994;1:46-55
 16. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of Exercise Physiology*, Lea & Febiger, Malvern, Pennsylvania. 1994.
 17. Ainsworth BE, Haskell W, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:498-516.
 18. Plaza AJ, Siurana RJM; Vergara GLL, Mateos RF, Romero N, Belluga MI. Prevalencia de Obesidad en escolares *Rev Clin Med Fam* 2008;2(3):106-110.
 19. Barquero AP, Barriopedro MMA, Montil JM. Patrones de actividad física en niños con sobrepeso y normopeso: un estudio de validez concurrente. *Apunts Medicina de Lésport*. 2008;159:127-34.
 20. Serra-Majem LI, Aranceta BJ, Pérez-Rodrigo C, Ribas-Baraba L. Prevalence and determinants of obesity children and young people. *Br J Nutr*. 2006;96(1):67-72.
 21. Romero NA, Rodríguez MG, Fuertes J, Rodríguez TM, Lorente AT, González GG, et al. Proyecto de intervención educacional sobre alimentación y actividad física en niños oscenses (PIANO). Prevalencia inicial de obesidad. *Rev Esp Obesidad*. 2009;7(3):167-72.
 22. Ara I, Moreno LA, Leiva MT, Gutiérrez B, Casajús JA. Adiposity, physical activity, and physical fitness among children from Aragón, Spain. *Obesity*. 2007;15(8):1918-24.
 23. Briz HFJ, Cos BAI; Amate GAM. Prevalencia de obesidad infantil en Ceuta. *Estudio Ponce 2005*. *Nutr. Hosp*. 2007;22(4):471-7.
 24. Garrido PM, Gargallo FM, Moreno EB, Mendoza RC, Franco VE, García GJJ et al. Grupo de Estudio Peso-Mad. Estudio de la prevalencia en escolares de sobrepeso y obesidad en Madrid (estudio Peso-Mad). *Rev Esp Obesidad*. 2009;7(5):284-85.
 25. Puig MMS, Benito OB, Tur MJA. Obesidad y sobrepeso en adolescentes escolarizados de Palma de Mallorca *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2002;8(3-4):79-89
 26. Caballero C, Hernández B, Moreno H, Hernández-Girón C, Campero L, Cruz A, Lazcano-Ponce A. Obesidad, actividad e inactividad física en adolescentes de Morelos México: un estudio longitudinal. *Arch. Latinoam Nutr*. 2007;57(3):231-37.
 27. Hoya LM, Sañudo CB. Composición corporal y actividad física como parámetros de salud en niños de una población rural de Sevilla. *Rev Clin Cienc Deporte*. 2007;6(3):52-62.
 28. Martín AR, Romero NJL, Crescente PJJ, Fernández del Olmo M, Cardesin VJM, Rodríguez GFA. Crecimiento somático de escolares en Galicia: Comparación con otras poblaciones y estadios. *Rev Esp Antrop Biol*. 2000;23:43-56.
 29. LLargues E, Franco R, Recasens A, Nadal A, Vila M, Pérez MJ et al. Estado ponderal, hábitos alimentarios y de actividad física en escolares de primer curso de educación primaria: estudio AVall. *Endocrinol Nutr*. 2009;56(6):287-92.
 30. Salgado-Araujo JL; Devís-Devís J. La actividad física de los escolares (12-16 años) de la Comunidad Valenciana: Gasto energético y niveles de actividad. 2004. Comunicación Congreso Ciencia y Deporte, 11-13 Marzo. Valencia. <http://www.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/04%20val/pdf/cho.pdf>.
 31. Cordente MCA; García SP; Sillero QM; Domínguez RJ. Relación del nivel de actividad física, presión arterial y adiposidad corporal en adolescentes madrileños *Rev. Esp. Salud Pública*. 2007;81(3):1-9.
 32. Alonso de la Iglesia B; Pérez-Rios M; Santiago-Pérez MI: Pautas de alimentación y actividad física de los jóvenes gallegos, 2007. *Rev. Esp. Obesidad*. 2009;7(5):283.
 33. Pérez Gaxiola G, Llerena Santa Cruz E. Los programas de actividad física a nivel escolar posiblemente no mejoran el índice de masa corporal. *Evid. Pediatr*. 2009;5:64.
 34. Devís-Devís J; Perió-Velert C; Beltrán CVJ; Tomás JM. Screen media time usage of 12-16 year-old Spanish school adolescents: Effects of personal and socioeconomic factors, season and type of day. *J. Adolescence*. 2009;32(2):213-231.
 35. Seabra, AFT; Maia, JAR; Mendoça DM; Thomis, M; Caspersen CJ; Fulton JE. Age and sex differences in physical activity of portuguese adolescents. *Medicine&Science in Sport&Exercise*. 2008;40(1):65-70.
 36. Moayeri H; BidadK; Aghamohammadi A; Rabbani A; Anari S; Nazemi L et al. Overweight and obesity and their associated factors in adolescents in Tehran, Iran, 2004-2005. *Eur. J. Pediatr*. 2006;165:489-493.
 37. Zoeller RF. Physical activity, sedentary behaviour, and overweight/obesity in youth: evidence from cross-sectional, longitudinal, and interventional studies. *Am. J. of lifestyle Medicine*. 2009;3(2):110-114.

Recibido: 05-03-2010

Aceptado: 05-11-2010

Overweight and obesity related factors in schoolchildren in Santa Catarina State, Brazil

Bethsáida de Abreu Soares Schmitz, Arlete Catarina Tittoni Corso, Gilberto Veras Caldeira, Suely Godoy Agostinho Gimeno, Cristine Garcia Gabriel, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos

Department of Nutrition-University of Brasília-UnB; Department of Nutrition - Federal University of Santa Catarina-UFSC, Nutrition Post-Graduation Programme - Centre for Health Sciences -UFSC, Department of Preventive Medicine Federal University of São Paulo - UNIFESP. Brasil

SUMMARY. The purpose of this study is to determine the correlation of socioeconomic, dietary, and anthropometric-nutritional variables of parents and their children to overweight (including obesity) in schoolchildren in Santa Catarina State, Brazil. This is a transversal study conducted on 4,964, 6 to 10-year-old schoolchildren registered in 345 Santa Catarina elementary schools. The following data were acquired: the children's current weight and height, birth weight and length, duration of breastfeeding, age at which water, herbal tea and other foods were introduced to their diet; parental income, education level, age, weight and height were also obtained. The prevalence of overweight and obese children were estimated by point and by interval with a 95% confidence; prevalence rates were obtained based on the Poisson model. An hierarchical approach was used, in which variables were adjusted within blocks and included in the model when they presented $p < 0.05$ at the outcome (overweight including obesity). The results indicate that 47.8% of the subjects were male. The prevalence of overweight and obese students was 15.4% (CI95%: 14.4%-16.5%) and 6.1% (CI95%: 5.4%-6.7%) respectively and were statistically similar among sexes and age ranges. BMI values were higher in males and among older children ($p < 0.05$). After adjustment within and among blocks, the variables per capita household income and parents' BMI values remained associated with overweight (including obesity). Overweight (including obesity) in schoolchildren is associated with a higher per capita household income and parental overweight and obesity.

Key words: Nutritional status, childhood obesity, schoolchildren.

INTRODUCTION

The prevalence of overweight and obesity has become a public health issue in developed but also in developing countries (1) in recent years. This has sparked increased interest in the development of interventions and policies to deal with this epidemic and its harmful consequences (2).

Childhood obesity is a complex disease influenced by environmental and genetic factors, and their interactions. Epidemiological studies have identified multiple risk factors lead-

RESUMO. Fatores associados ao sobrepeso e a obesidade em escolares do Estado de Santa Catarina. Este estudo objetivou verificar a associação entre variáveis socioeconômicas, dietéticas, antropométrico-nutricionais dos pais e da criança e a presença de sobrepeso incluindo obesidade, em escolares do Estado de Santa Catarina. Trata-se de um estudo transversal com 4.964 escolares entre 6 a 10 anos matriculados em 345 escolas do ensino fundamental de Santa Catarina. Foram obtidos dados de peso e estatura dos escolares, peso e comprimento ao nascer, tempo de aleitamento materno, idade da introdução de água ou chá e de outros alimentos, renda, escolaridade e idade, peso e estatura dos pais. As prevalências de sobrepeso e obesidade foram estimadas por ponto e por intervalo com 95% de confiança e as razões de prevalência foram obtidas a partir do modelo de Poisson. Foi utilizada a abordagem hierárquica, onde as variáveis foram ajustadas dentro dos blocos e incluídas no modelo quando apresentaram $p < 0,05$ com o desfecho (sobrepeso incluindo obesidade). Os resultados indicam que 47,8% dos participantes pertenciam ao sexo masculino. As prevalências de sobrepeso e obesidade foram, respectivamente, 15,4% (IC95%: 14,4%-16,5%) e 6,1% (IC95%: 5,4%-6,7%), sendo estatisticamente semelhantes entre sexos e categorias de idade. Os valores do IMC foram maiores no sexo masculino e entre as crianças mais velhas ($p < 0,05$). Após ajuste dentro e entre os blocos permaneceram associadas com a presença de sobrepeso incluindo obesidade, as variáveis renda familiar *per capita* e IMC dos pais. O sobrepeso incluindo obesidade dos escolares está associado à renda familiar *per capita* mais elevada e ao fato dos pais apresentarem sobrepeso e obesidade.

Palavras chave: Estado nutricional, obesidade infantil, escolares.

ing to this condition, which results from the interplay of economic, social, environmental and biological factors (3,4).

The most influential determining factors include: high birth weight, early catch-up postnatal growth, a short breast-feeding period, overweight and obese parents, household income, reduced physical activity as well as unhealthy eating habits (5-9).

The findings generally support that the parents' excess weight is associated with increased probability of being overweight (7,8,10,11). According to Mondini et al. (10), the most

important risk factors for overweight in children, is the mother's or guardian's overweight (RP=1.6; CI95%=0.95-2.71) or obese (RP=3.54; IC95%= 2.16-5.80) status. These results may not only be due to genetic factors but also to the family's eating habits (10).

Regarding socioeconomic factors, most studies revealed a positive association between overweight and obesity, and socioeconomic indicators (12-14). Study performed in Mexico showed that pupils of medium (OR=1.9; CI95%=1.61-2.28) and high (OR=2.8; CI95%=2.33-3.34) socioeconomic levels were more likely to be obese, when compared with those of lower socioeconomic standing (8).

Although there is evidence that breastfeeding may help prevent childhood obesity (7,15), Ryan (2) points out that this should not be considered the only preventive measure. Other studies have indicated that a child's gender (4), age (12) and his or her mother's level of education (9,16) are associated with overweight and obesity.

The purpose of this article is to investigate how socioeconomic, dietary and anthropometric-nutritional variables of parents and children are probably associated with overweight and obesity in 6 to 10-year-old schoolchildren in Santa Catarina, Brazil.

METHOD

The data analyzed in this article are part of a transversal study conducted from June 2007 to May 2008 on schoolchildren registered in both public and private elementary schools in eight municipalities in Santa Catarina. Santa Catarina is located in southern Brazil and has an area of 95.4 thousand km² and a population of 5,866,487 (17).

The design and methodological development of the study were described in previous articles (18,19). The sampling plan was comprised of two units of analysis: the school and the pupil.

The schools were located in eight municipalities regarded as those with the largest number of students registered in the early elementary school grades.

Other criteria were used to compose the sample including financial and operational factors, such as whether the school was public or private, and the number of registered pupils. The sample universe was comprised of 140,878 pupils registered in 569 public and private schools in the eight previously chosen municipalities.

The number of schools was calculated to ensure a maximum sampling error of ± 6 percentage points. The final sample had 347 schools located in both urban and rural areas, 266 of which were public and 81 private.

Pupils were sampled randomly and in proportion to the number of students in their grade, which was picked randomly in each school. It also depended on the return of the Informed

Consent form by their parents' or guardians. A total of 5,686 subjects were authorized to participate in the study.

The data collection team included eight nutritionists who were trained to comply with a previously established protocol for the standardization of data collection procedures designed to minimize possible intra- and inter-evaluator errors. The technical error of measurement among the members of the data collection team was not determined, but 10% of the pupil samples were measured twice as a quality control of the anthropometric measurements.

Data regarding the region of each school and type of administration (public or private), as well as the subjects' age and gender were obtained from school offices and indicated on the record for each participating student.

Data concerning the parents' socioeconomic status (per capita household income and education level), maternal and paternal age, weight and height, the child's birth weight and length and dietary variables including duration of breastfeeding, age at which water, herbal tea and other foods (or other types of milk) were introduced in the infant's diet (Table 1) were obtained from a questionnaire sent to the parents or guardians. The variables' were categorized in Table 2.

TABLE 1
Theoretical Model for performing multiple analyses designed to associate overweight and obesity with independent variables grouped per level. Santa Catarina, 2008

Level (or block)	Variable
Socioeconomic status	Per capita household income Parents' level of education
Maternal and paternal characteristics	Age of parents Parents' BMI
Infant's characteristics at birth	Weight Length
Dietary variables	Duration of breastfeeding Age of introduction of water or herbal tea Age of introduction of other foods (or other types of milk)
Child's characteristics	Gender Age

TABLE 2

Distribution of schoolchildren (number and percentage or mean and standard deviation) according to socioeconomic, dietary and anthropometric-nutritional variables of parents and their children and nutritional status. Santa Catarina, 2008

Block	Variable	Overweight (n=766, 15.4%) N or mean (% or SD)	Obesity (n=300, 6.1%) N or mean (% or SD)	P value†
1	Per capita household income (R\$)	500.6 (549.4)	451.7 (638.4)	< 0.001‡
	< R\$ 200.00	147 (11.5)	63 (4.9)	< 0.001
	R\$ 200.00 to R\$ 399.99	229 (16.8)	99 (7.2)	
	≥ R\$ 400.00	250 (17.6)	83 (5.8)	
	Mother's level of education			0.001
	Did not study	4 (7.6)	3 (5.6)	
	Primary (Complete or not)	256 (13.4)	129 (6.7)	
	Secondary (Complete or not)	247 (17.0)	86 (5.9)	
	University (Complete or not)	181 (19.0)	47 (5.0)	
	Father's level of education			0.001
	Did not study	5 (8.2)	3 (4.9)	
	Primary (Complete or not)	246 (13.8)	136 (7.7)	
	Secondary (Complete or not)	206 (16.7)	71 (5.8)	
	University (Complete or not)	169 (18.5)	41 (4.1)	
2	Mother's age (years)	35.1 (6.8)	35.7 (7.0)	0.014
	< 31	210 (15.0)	69 (4.9)	0.050
	31 to 36	211 (14.6)	88 (6.1)	
	≥ 37	302(16.7)	125 (6.9)	
	Father's age (years)	38.6 (7.3)	38.7 (8.1)	0.167
	< 35	189 (13.6)	92 (6.6)	0.028
	35 to 40	231 (16.3)	74 (5.2)	
	≥ 41	244 (17.0)	100 (6.9)	
	Mother's BMI (kg/m²)	25.4 (4.3)	27.4 (5.3)	< 0.001
	< 18.5	6 (4.8)	2 (1.6)	< 0.001
	18.5 – 24.9	374 (13.9)	107 (4.0)	
	25.0 – 29.9	207 (17.9)	93 (8.1)	
	≥ 30.0	96 (20.7)	68 (14.7)	
	Father's BMI (kg/m²)	26.9 (3.6)	28.2 (4.1)	< 0.001
< 18.5	1 (6.7)	- (-)	< 0.001	
18.5 – 24.9	205 (12.5)	57 (3.5)		
25.0 – 29.9	294 (17.4)	113 (6.7)		
30.0 – 34.9	88 (19.9)	59 (13.4)		
≥ 35	16 (15.8)	17 (16.8)		
3	Birth weight (g)	3335.8 (542.2)	3395.6 (563.0)	< 0.001
	< 2500	39 (11.2)	15 (4.3)	0.044
	2500 – 4500	650 (15.8)	255 (6.2)	
	> 4500	12 (20.3)	5 (8.5)	
	Birth length ‡	48.9 (4.0)	49.3 (3.6)	0.010
	< 48 cm	180 (15.0)	58 (4.9)	0.027
	48 – 49.9 cm	209 (15.0)	79 (5.6)	
≥ 50 cm	283 (16.4)	127 (7.4)		
4	Age of foods introduction‡	4.8 (3.3)	4,9 (3.6)	0.393
	< 3 months	153 (15.4)	77 (7.8)	0.003
	3 to 6 months	416 (16.0)	128 (4.9)	
	>6 months	109 (15.4)	57 (8.0)	

*SD – standard deviation † Anova or chi-square ‡ Logarithmic transformation for performing statistical test

Weight and height measurements were used to calculate Body Mass Index (BMI). The father's and mother's BMI classification was made according to the WHO criteria (1): BMI < 18.5kg/m² (underweight); between 18.5 and 24.9kg/m² (normal weight); between 25 and 29.9kg/m² (overweight or pre-obesity) and > 30.0kg/m² (obesity).

The pupils' weight and height data were collected according to pre-established procedures using the appropriate scientific equipment for this type of research (1,20). Weight was measured once with a 180 kg-capacity digital scale with precision of 100g (Marte, Model PP 180, Brazil). Height was measured once with a stadiometer with 1mm-precision (Altura Exata, Brazil).

The outcome variable is overweight (including obesity), classified according to BMI per gender and age, and cut-off points suggested by Cole et al. (21), recommended by the International Obesity Task Force (IOTF), based on outcome overweight values for adults (BMI>25kg/m² and <30kg/m²) and obesity (BMI > 30kg/m²).

Independent variables are shown in Table 1. The prevalence of overweight and obese children according to sex was estimated by point and by interval with 95% confidence. Mean values and standard deviations were obtained for quantitative variables and absolute and relative frequencies, according to the children's BMI values, were obtained for qualitative variables. The Anova variance analysis was used with Bonferroni correction, when applicable for analysis of the quantitative and qualitative data. The chi-square test was used to compare averages and frequencies. Quantitative variables that did not present normal distribution were logarithmically transformed. Tercile values were used for grouping variables such as per capita household income, parental ages and the infant birth length. The median value was used for beginning of water/tea intake and child's age.

Prevalence rates (gross and adjusted) were obtained from the Poisson model as recommended by Barros and Hirakata (22). We adopted the hierarchical approach proposed by Fuchs et al. (23) for the modeling process based on the theoretical model shown in Table 1. At this stage of the analysis we considered, as dependent variables, the presence or absence of overweight (including obesity). The variables were initially adjusted within the blocks and included in the "complete" model only when they showed a statistically significant association ($p < 0.05$) with the outcome variable (overweight including obesity). The modeling process (complete model) was initiated from the "representative" variables of the first and second blocks; the latter remained in the model only if the respective p values were < 0.05 in the presence of the variables of the first block. A similar criterion was adopted for the variables of the other blocks. The final model was comprised of the variables which, in the presence of those from previous blocks, remained statistically associated with the

outcome.

Stata Statistical Software release 10 (College Station, TX Stata Corporation) was used in all stages.

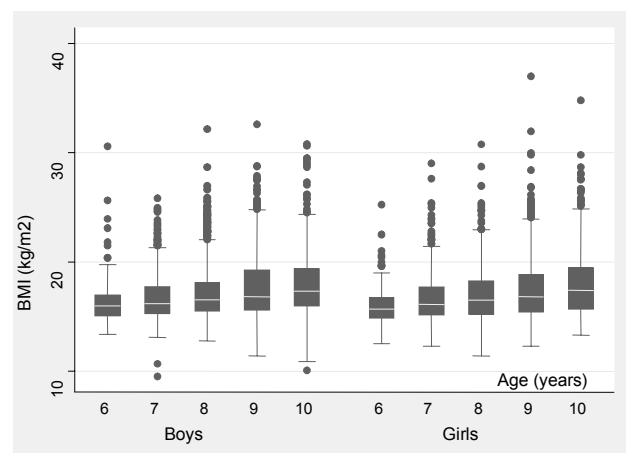
The research project was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University at Santa Catarina (UFSC), in compliance with norms established by the Brazilian Health Council for research on human beings.

RESULTS

The number of schools participating in this study was 345 (269 public and 76 private), and a total of 4,964 schoolchildren. On the day of collection of anthropometric data, 275 subjects were absent from school and thus excluded from the study; 358 were eliminated because they were more than 10.9 years old; and 89 were excluded due to inconsistent data. Of the 4,964 students, 2,375 (47.8%) were male and 2,589 (52.2%) female.

The prevalence of overweight and obese children was 15.4% (CI95%: 14.4% - 16.5%) and 6.1% (CI95%: 5.4% - 6.7%) respectively, totaling 21.5% of overweight (including obesity), which was statistically similar between sexes and age ranges. BMI values were statistically higher in boys and among the oldest subjects ($p < 0.05$) (Figure 1).

FIGURE 1
Schoolchildren's BMI values broken down per gender and age. Santa Catarina, 2008



$p < 0.05$

Table 2 illustrates the mean values (SD) and pupil frequencies, according the presence of overweight or obesity and variables of interest that presented a statistically significant association (according to the blocks).

In relation to socioeconomic variables (Block 1), statistically significant associations were observed among overweight

and obesity, per capita household income and parental level of education. As for maternal and paternal characteristics (Block 2), both parental age and BMI values had a significant association. Regarding birth weight and length (Block 3), these values indicate a statistically significant association with overweight and obesity. In regard to dietary variables (Block 4), only age of introduction of foods other than breast milk, had a significant difference between categories. Breastfeeding ($p=0.25$) and age of herbal tea/water introduction ($p=0.77$) had no significant correlations (data not shown). Also, no significant correlations were found between overweight and obesity and gender ($p=0.16$) and age ($p=0.32$) schoolchildren's (data not shown).

In Table 2, the average per capita household income of schoolchildren with normal BMI was statistically lower than that of overweight or obese pupils. These factors are also reflected when the percentage distribution is analyzed; the largest number of overweight and obese schoolchildren are found in the lower two thirds of income. In terms of parental education, it was found that the more educated the parents, the more overweight their children were likely to be. This proportion was not found for obesity.

Regarding parental age, the average age of mothers of schoolchildren with normal BMI was lower than those of overweight and obese pupils. In terms of the father's age, there was a larger concentration of overweight and obese children among those whose fathers were > 35 years old.

The average BMI values of parents of overweight and obese schoolchildren were higher than those of other pupils'. Birth weight and length variables were also higher in overweight and obese schoolchildren.

As for age at the introduction of foods other than mother's milk, the lowest percentage of obese schoolchildren was found among those who were fed with other foods during the intermediate period from 3 to 6 months.

Table 3 shows adjusted prevalence rates for the presence of overweight or obesity among schoolchildren according to variables grouped in blocks (final model). After adjustment among blocks, only the variables per capita household income and parental BMI remained associated with overweight (including obesity).

TABLE 3
Adjusted prevalence rates to the presence of overweight or obesity among schoolchildren according to variables grouped in blocks (final model). Santa Catarina, 2008

Block	Variable	Adjusted prevalence rates	95% confidence interval
1	Per capita household income (R\$)		
	< R\$ 200.00	1	
	R\$ 200.00 to R\$ 399.99	1.28	1.05-1.56
	\geq R\$ 400.00	1.38	1.13-1.68
2	Mother's BMI (kg/m²)		
	< 18.5 kg/m ²	0.38	0.16-0.91
	18.5 to 24.9 kg/m ²	1	
	25.0 to 29.9 kg/m ²	1.39	1.18-1.64
	≥ 30.0 kg/m ²	1.87	1.51-2.31
	Father's BMI (kg/m²)		
	< 18.5 kg/m ²	0.52	0.07-3.72
	18.5 to 24.9 kg/m ²	1	
	25.0 to 29.9 kg/m ²	1.41	1.19-1.68
≥ 30.0 kg/m ²	1.67	1.35-2.07	

DISCUSSION

Our data concerning the prevalence of overweight (including obesity) in schoolchildren of Santa Catarina and its association with variables such as socioeconomic, dietary and parents' and children's characteristics, are different from other studies in this field conducted so far in the state. The latter were, however, carried out either partially or locally.

A possible constraint to this study was the use of self-re-

ferred data to assess the infant's birth weight and length, duration of breastfeeding, and other dietary characteristics of the child, as well as the nutritional status of the parents. In some situations, the use of these measurements may interfere with the reliability of the findings. However, some studies require that data be collected this way (24).

The prevalence of overweight (including obesity) in the studied schoolchildren was high (21.5%), similar to that found in the literature, regardless of the diagnostic criterion used,

which confirms the magnitude and severity of the problem. In Brazil, some studies have found a prevalence of overweight ranging from 10.8% to 21.3%, and prevalence of obesity in the 3.5%-8.3% range (4,10,12,19,25). These data are in accord with those from international studies (8,13,14), some of which have shown rates higher (7,26) than those ones in Brazil.

Of all socioeconomic variables (household income and parental level of education), only household income was associated with the finding, indicating that overweight (including obese) schoolchildren were more frequent in households with higher income.

Corroborating this finding, another study conducted of schoolchildren in Brazil revealed that obesity was more frequent in population groups with better socioeconomic standing, with the odds ratio (OR) for overweight being 3.8 (CI95%=1.82-7.71) for schoolchildren with higher per capita household income in relation to lower income households (4). Other studies observed that the high education level of the mothers was also conducive to a greater likelihood of overweight children (4,14).

However, the association of the mother's level of education did not persist in the final model of analysis of the Santa Catarina study, as in other studies. This can be explained by the fact that education level is a 'proxy' variable relative to income (7,10).

Different findings were reached in a systematic review of cross-sectional studies 1990–2005, where the association between socioeconomic status and adiposity in childhood from western developed countries was predominately inverse and very few positive associations were found. Children whose parents (particularly mothers) have a low level of education appear to be at higher than average risk (27). In the same way, one study conducted of schoolchildren in China revealed that a low level of education among mothers' (OR=1.9; CI95%=1.14-2.78) and fathers' (OR=1.6; CI95%=1.01-2.67) was associated with overweight⁽¹⁶⁾.

The relationship between socioeconomic variables and the prevalence of overweight (including obesity), occurs because socioeconomic level can determine the availability of food, access to information, and be associated to different patterns of physical activity, thus shaping nutritional status (12).

Among the parental characteristics selected by this study, it should be highlighted that the average BMI values of the parents was higher in overweight (including obese) schoolchildren. These variables, and per capita household income, were associated with overweight (including obesity) in schoolchildren in the final hierarchical model. One study of Greek schoolchildren showed that boys whose fathers or mothers were obese, were 3.3 (CI95%=1.03-10.47) and 7.4 (CI95%=1.86-29.02) times more likely to become overweight or obese. On the other hand, girls were 5.4 (CI95%=1.19-

7.61) and 4.2 (CI95%=1.37-12.74) times more likely to develop this nutritional status when either parent (or both) were obese (7).

The influence of maternal BMI values can be further illustrated by a study of Mexican schoolchildren, which found that children of overweight and obese mothers were 1.9 (CI95%=1.62-2.18) and 3.4 (CI95%=2.96-4.00) times more likely to be obese, when compared with children whose mothers had a normal BMI (8).

As for birth weight, this study revealed that, this variable was associated with overweight (including obesity) only when analyzed in isolation. A study conducted of 10 to 12-year-old schoolchildren showed that girls who weighed more than 3500g at birth were 1.9 times (CI95%=1.02-3.38) more likely to be overweight or obese at school age (7). However, a review of this issue (9) found that it is not possible to estimate, with a single measurement, how much birth weight contributes to later overweight or obesity.

The study presented here also did not find an association between birth length and overweight (including obesity) in schoolchildren.

No association was found between breastfeeding and the children's BMI values. However, this study found that boys and girls who were breastfed for more than three months had, respectively, a 72% (CI95%=0.09-0.84) and a 81% (CI95%=0.06-0.65) lower risk of becoming overweight or obese when compared with schoolchildren who had not been breast fed (7).

Even though there is evidence showing that breastfeeding can prevent childhood obesity (7,15,28), this should not be considered the only preventive measure. A review of 14 studies published between 2003 and 2006 identified that in three of them breastfeeding played a preventive role against childhood overweight or obesity; four studies showed it had a partial protective factor (evident in one subgroup only); six studies showed no protective factor, and one exhibited a protective factor for children, but not for adults (2). In the United States, where there is increasing prevalence of breastfeeding, it is known that childhood overweight and obesity rates have dramatically increased in recent years. These findings seem to corroborate the notion that there are multiple factors involved in maintaining healthy weight (2), and that wide-spectrum measures must be analyzed and developed to control childhood overweight and obesity.

Studies also suggest that the total time of breastfeeding may be associated with slower growth in the first year of life, which could be why breastfeeding may protect against childhood overweight or obesity (29).

The other dietary variables included in this study (age at which water or herbal tea, and other foods or other types of milk were introduced in the infant's diet) were not associated with overweight (including obesity).

In this study, overweight and obesity rates were similar for both sexes. While some studies have had similar findings (10,30), others (4,14) observed more overweight and obesity cases among girls. No association was found to the age of schoolchildren in the final model of this study, unlike the findings of Silva et al. (12). These authors found higher rates of overweight pre-school children (22.2%), and progressively lower rates among school-age children (12.9%), and adolescents (10.8%).

Our findings suggest that the prevalence of overweight (including obesity) is associated with socioeconomic level, determined by per capita household income, and parental BMI.

Parental BMI, and particularly the magnitude of the association with maternal BMI, demonstrate the important role played by the mother in shaping the relationship of the child with the environment, which, begins during gestation, including the sharing of socio-environmental conditions, lifestyles (eating habits and physical activity), which greatly influence the child's BMI (4,31).

The influence of parents' excess weight on their children calls for reflection and questioning, to identify issues and patterns related to genetic predisposition, the interference of poor family habits that are handed down from one generation to the next, and how much these factors may interfere in the genesis and maintenance of childhood overweight and obesity (11,31,32). This is a topic yet to be explored. Priority should be given to monitoring and intervention of children with obese parents, because their risk of developing this problem is higher (11).

These findings indicate that interventions must consider the child's family and socioeconomic context, and be supported by broader actions that also address behavioral issues.

Also, it should be highlighted that preventive and corrective strategies for feeding and nutrition must also ensure concrete and consistent action in the educational sphere. This includes effective measures by the healthcare sector to promote healthy eating habits, the monitoring of nutritional problems and effective accompaniment of schoolchildren known to have nutritional disorders. In this context, nutritionists, healthcare professionals and actors from other sectors play a crucial role in encouraging and implementing initiatives that promote healthy feeding in schools. Their contribution by informing and developing school food service policies designed to enhance the nutritional status of children is much desired and expected.

REFERENCES

- World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva: WHO; 2000. WHO Technical Report Series 894.
- Ryan AS. Breastfeeding and Childhood Obesity. *Coll. Antropol.* 2007;31:19-28.
- Butte NF. Impact of Infant Feeding Practices on Childhood Obesity. *J Nutr.* 2009;139:412S-416S.
- Guimarães LV, Barros MBA, Martins MSAS, Duarte EC. Fatores associados ao sobrepeso em escolares. *Rev Nutr.* 2006;19:5-17.
- Dietz WH. Health consequences of obesity in youth: Childhood predictors of adult disease. *Pediatrics.* 1998;10:518-25.
- Fonseca VM, Sichieri R, Veiga GV. Fatores associados à obesidade em adolescentes. *Rev Saude Publica.* 1998;32:541-49.
- Panagiotakos DB, Papadimitriou A, Anthracopoulos MB, Konstantinidou M, Antonogeorgos G, Fretzayas A, et al. Birthweight, breast-feeding, parental weight and prevalence of obesity in schoolchildren aged 10 – 12 years, in Greece; the Physical Activity, Nutrition and Allergies in Children Examined in Athens (PANACEA) study. *Pediatr Int.* 2008;50:563-68.
- Flores M, Carrión C, Barquera S. Sobrepeso materno y obesidad en escolares mexicanos. *Encuesta Nacional de Nutrición, 1999.* *Salud Publica Mex.* 2005;47:447-50.
- Martins EB, Carvalho MS. Associação entre peso ao nascer e o excesso de peso na infância: revisão sistemática. *Cad Saude Publica.* 2006;22:2281-2300.
- Mondini L, Levy RB, Saldiva SRDM, Venâncio SI, Aguiar JA, Stefanini MLR. Prevalência de sobrepeso e fatores associados em crianças ingressantes no ensino fundamental em um município da região metropolitana de São Paulo, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2007;23:1825-34.
- Amigo H, Bustos P, Erazo M, Cumsille P, Silva C. Factores determinantes del exceso de peso en escolares: Un estudio multinivel. *Rev Med Chil.* 2007;135:1510-18.
- Silva GAP, Balaban G, Motta MEFA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de diferentes condições socioeconômicas. *Rev Bras Saude Matern Infant.* 2005;5:53-9.
- Trogliero CJ, Morasso MC. Obesidad y nivel socioeconómico en escolares y adolescentes de la ciudad de Salta. *Arch Argent Pediatr.* 2002;100:360:66.
- Hernández B, Cuevas-Nasu L, Shamah-Levy T, Monterrubio EA, Ramírez-Silva CI, García-Feregrino R, et al. Factors associated with overweight and obesity in Mexican school-age children: Results from the National Nutrition Survey 1999. *Salud Publica Mex.* 2003;45:551-57.
- von Kries R, Koletzko B, Sauerwald T, von Mutius E, Barnert D, Grunert V, et al. Breast feeding and obesity: cross sectional study. *BMJ.* 1999;319:147-50.
- Jingxiong J, Rosenqvist U, Huishan W, Koletzko B, Guangli L, Jing H, et al. Relationship of parental characteristics and feeding practices to overweight in infants and young children in Beijing, China. *Public Health Nutr.* 2009;12:973–78.
- Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estados. Santa Catarina. 2009. Available from: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sc>. (accessed Jul 2009).
- Gabriel CG, Vasconcelos FAG, Andrade DF, Schmitz BAS. First Law regulating school canteens in Brazil: evaluation after seven years of implementation. *Arch Latinoam Nutr.* 2009;59:128-38.
- Ricardo GD, Caldeira GV, Corso ACT. Prevalência de

- sobrepeso e obesidade e indicadores de adiposidade central em escolares de Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Epidemiol.* 2009;12:424-35.
20. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual.* 1991; Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
 21. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000;320:1240-43.
 22. Barros AJD, Hirakata VN. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Med Res Methodol.* 2003;3:21-34.
 23. Fuchs SC, Victora CG, Fachel J. Modelo hierarquizado: uma proposta de modelagem aplicada à investigação de fatores de risco para diarreia grave. *Rev Saude Publica.* 1996;30:168-78.
 24. Pregolato TS, Mesquita LM, Ferreira PG, Santos MM, Santos CC, Costa RF. Validade de medidas autorreferidas de massa e estatura e seu impacto na estimativa do estado nutricional pelo Índice de Massa Corporal. *Rev Bras Crescimento Desenvol Hum.* 2009;19:35-41.
 25. Giugliano R, Carneiro EC. Fatores associados à obesidade em escolares. *J Pediatr.* 2004;80:17-22.
 26. Centers for Disease Control and Prevention. Obesity Prevalence Among Low-Income, Preschool-Aged Children - United States, 1998-2008. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2009;58:769-73.
 27. Shrewsbury V, Wardle J. Socioeconomic status and adiposity in childhood: a systematic review of cross-sectional studies 1990-2005. *Obesity.* 2008;16:275-284.
 28. Siqueira RS, Monteiro CA. Breastfeeding and obesity in school-age children from families of high socioeconomic status. *Rev Saude Publica.* 2007;41:1-7.
 29. Gunnarsdottir I, Schack-Nielsen L, Michaelsen KF et al. (2009). Infant weight gain, duration of exclusive breast-feeding and childhood BMI – two similar follow-up cohorts. *Public Health Nutr.* 2010;13:201-7.
 30. Brasil LMP, Fisberg M, Maranhão HS. Excesso de peso de escolares em região do Nordeste Brasileiro: contraste entre as redes de ensino pública e privada. *Rev Bras Saude Matern Infant.* 2007;7:405-12.
 31. Gibson LY, Byrne SM, Davis EA, Blair E, Jacoby P, Zubrick SR. The role of family and maternal factors in childhood obesity. *MJA.* 2007; 186:591-595.
 32. Steffen LM, Dai S, Fulton JE, Labarthe DR. Overweight in children and adolescents associated with TV viewing and parental weight: Project HeartBeat! *Am J Prev Med.* 2009;37:S50-5.

Recibido: 07-04-2010

Aceptado: 26-11-2010

Fatores associados ao excesso de peso corporal em escolares da tríplice fronteira: Argentina, Brasil e Paraguai

Elto Legnani, Rosimeide Francisco Santos Legnani, Valter Cordeiro Barbosa Filho, Kleverton Krinski, Hassan Muhamed Elsangedy, Wagner de Campos, Sergio Gregório da Silva, Adair da Silva Lopes

Instituto Federal do Paraná. Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte da Universidade Federal do Paraná. Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná. Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. Brasil

RESUMO. A região da Tríplice Fronteira apresenta diversos problemas sociais e de saúde na população jovem, contudo, não há informações sobre a proporção de adolescentes com excesso de peso corporal. Este estudo investigou a prevalência de excesso de peso corporal e os fatores associados em escolares da Tríplice Fronteira: Argentina, Brasil e Paraguai. Participaram do estudo 1.183 escolares, de 15 a 18 anos de idade. O excesso de peso corporal foi identificado segundo os pontos de corte do índice de massa corporal, propostos pela Organização Mundial de Saúde. O questionário do *Global School-Based Student Health Survey* foi utilizado para identificar fatores sociodemográficos (sexo e faixa etária) e comportamentais (atividade física fora da escola, deslocamento à escola, tempo assistindo TV e consumo de frutas, vegetais, doces e salgados) associados ao excesso de peso corporal. Utilizou-se a estatística descritiva, análise de variância, qui-quadrado e regressão logística binária, adotando-se $p < 0,05$. Treze por cento dos escolares apresentaram excesso de peso corporal. Os rapazes tiveram aproximadamente duas vezes mais chances de ter excesso de peso corporal do que as moças, independentemente da nacionalidade. Os escolares brasileiros que se deslocavam à escola passivamente e os escolares argentinos com baixo consumo de vegetais (< 1 vez/dia) tiveram 2,2 e 2,9 vezes mais chances de ter excesso de peso corporal do que seus pares que realizavam deslocamento ativo e que consumiam vegetais diariamente, respectivamente. Estes resultados sugerem que políticas públicas de combate ao excesso de peso corporal devem focar a promoção hábitos saudáveis entre os jovens da Tríplice Fronteira.

Palavras chave: Adolescentes, excesso de peso, índice de massa corporal, comportamento do adolescente, Argentina, Brasil, Paraguai.

INTRODUÇÃO

O excesso de peso corporal é um desfecho que pode trazer graves implicações à saúde (1), sua origem é multifatorial (2), geralmente se inicia em fases precoces da vida (3) e está associado às elevadas taxas de morbidade e mortalidade em indivíduos adultos (4).

Na população jovem, vários estudos têm procurado identificar os fatores comportamentais determinantes para o excesso de peso corporal, dentre eles pode-se destacar: baixos

SUMMARY. Factors associated with overweight in students from tri-border region: Argentina, Brazil and Paraguay. The Tri-Border Region has several social and health problems among young people, however, there are no data about the overweight between adolescents. This study investigated the prevalence of overweight and associated factors in students from Tri-Border Region: Argentina, Brazil and Paraguay. Study participants were 1.183 students, ages from 15 to 18 years. The overweight was identified according to body mass index cut-off points proposed by the World Health Organization. The Global School-Based Student Health Survey questionnaire was used to identify sociodemographic (gender and age) and behavioral factors (physical activity outside of school, commuting to school, time watching TV and fruits, vegetables, sweet, and salty snack consumption) associated with overweight in adolescents. It was used the descriptive statistics, analysis of variance, chi-square and binary logistic regression, adopting $p < 0,05$. Thirteen percent of students were overweight. Boys were approximately two times more likely to have overweight than girls, independently of nationality. Brazilian students that realized passive commuting to school and Argentineans students with low consumption of vegetables (< 1 time/day) were 2,2 and 2,9 times more likely to have overweight than their counterparts who performed active commuting to school and consumed vegetables daily, respectively. These results suggest that public policies to combat overweight should attention on promoting healthy lifestyle among young people from Tri-Border Region.

Key words: Adolescents, overweight, body mass index, adolescent behavior, Argentina, Brazil, Paraguay.

níveis de atividade física (5), elevado padrão de comportamento sedentário (6), alimentação inadequada (7) e consumo de bebidas alcoólicas (8). Além disso, algumas variáveis sociodemográficas tais como o sexo (9,10) e a faixa etária (11) têm sido frequentemente associadas ao excesso de peso corporal.

Apesar do avanço do conhecimento na área, nota-se ainda uma lacuna importante sobre a relação do excesso de peso corporal com variáveis comportamentais e sócio-demográficas em regiões na América do Sul, configurando-se em um *locus*

importante para se realizar estudos dessa natureza.

Uma destas áreas de grande diversidade sociocultural na América do Sul é a região de fronteira entre Argentina, Brasil e Paraguai, área denominada de Tríplice Fronteira. O Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) (12) desenvolveu um relatório técnico para identificar os principais problemas sociais e de saúde em crianças e adolescentes desta região, destacando que a desnutrição e as doenças respiratórias são problemas de saúde relevantes. Contudo, as informações sobre a proporção de adolescentes expostos ao excesso de peso corporal não estiveram inseridas neste relatório.

Além disso, segundo revisão da literatura realizada, nenhum outro estudo analisou a prevalência de excesso de peso corporal e os fatores associados a este desfecho nos adolescentes da Tríplice Fronteira. A identificação destes fatores pode ser importante para a elaboração de estratégias mais efetivas para a prevenção do excesso de peso corporal entre os jovens. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi identificar a prevalência de excesso de peso corporal e os fatores associados em escolares da Tríplice Fronteira: Argentina, Brasil e Paraguai.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido com base no banco de dados do projeto de pesquisa intitulado “Comportamentos de risco à saúde em adolescentes da Tríplice Fronteira: Argentina, Brasil e Paraguai”, realizado durante os meses de agosto e setembro de 2005. Trata-se de um estudo de delineamento transversal que investigou o excesso de peso corporal e os fatores associados em adolescentes da referida região de fronteira. Os protocolos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina, na região Sul do Brasil (parecer 074/2005).

A região da Tríplice Fronteira é composta pelas cidades de Puerto Iguazu (Argentina), Foz do Iguaçu (Brasil) e Ciudad Del Este (Paraguai). Segundo os núcleos responsáveis pelo sistema de educação das supramencionadas cidades, a Tríplice Fronteira continha 7.771 escolares (1.267 na Argentina, 3.210 no Brasil e 3.294 no Paraguai), de ambos os sexos, e idades de 15 a 18 anos, matriculados nas turmas de ensino médio das escolas públicas da região. Calculou-se uma amostra aleatória representativa dos escolares de cada cidade envolvida no estudo, considerando o intervalo de confiança de 95% e o erro amostral de 5 pontos percentuais. Além disso, estimou-se a prevalência de excesso de peso corporal em 35%, conforme os valores mais elevados apresentados na literatura (3). Após um acréscimo de 40% para eventuais perdas amostrais, foi obtido o tamanho amostral para o estudo de 1.269 adolescentes.

Do total de turmas de ensino médio nas três cidades envolvidas no presente estudo, 44 foram sorteadas para coleta

de dados (16 turmas da Argentina, 18 do Brasil e 20 do Paraguai) e os respectivos alunos recrutados para o estudo (30-45 alunos por turma). Após a coleta dos dados foram excluídos os escolares que preencheram os questionários incorretamente ou que apresentaram idades incompatíveis com a população de estudo (6,8% de perda amostral), restando para análise 1.183 adolescentes.

O cálculo do índice de massa corporal (massa corporal/estatura²) foi utilizado para identificação do excesso de peso corporal, por meio dos valores autoreportados de massa corporal (kg) e estatura (m). Essas medidas foram testadas em estudo piloto e apresentaram elevadas correlações com medidas aferidas de estatura ($r=0,95$) e de massa corporal ($r=0,86$) em escolares da mesma região (13). Além disso, medidas autoreportadas representam indicadores confiáveis (14) e são frequentemente utilizadas em estudos epidemiológicos envolvendo adolescentes (3). Foram considerados os valores do IMC por sexo e idade acima do percentil 85 como ponto de corte para o excesso de peso corporal, segundo recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) (15).

No levantamento das informações referentes aos fatores sociodemográficos e comportamentais, os escolares preencheram uma versão adaptada do questionário Global School-Based Student Health Survey (16), desenvolvido pela OMS (17), em colaboração com as Nações Unidas e com a supervisão do Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (18). Duas versões do questionário, uma em português e outra em espanhol, foram testadas em estudo prévio (19). Em ambas as versões, as sete questões utilizadas neste estudo apresentaram valores de concordância Kappa entre 0,40 e 0,88, indicando níveis suficientes ou excelentes de reprodutibilidade teste-reteste. A aplicação do questionário foi feita pelo pesquisador principal e auxiliares treinados, com duração entre 25 e 30 minutos.

O sexo (masculino e feminino) e a faixa etária (15-16 anos e 17-18 anos) dos escolares foram analisados no presente estudo como fatores sociodemográficos. Além disso, foram consideradas sete questões sobre os comportamentos dos adolescentes: quatro relacionadas às práticas alimentares, duas relacionadas à prática de atividade física e uma sobre comportamento sedentário (tempo despendido assistindo TV).

O consumo de frutas, vegetais, doces (bolachas recheadas, biscoitos, bombons ou chocolates) e salgados (batata chips, cachorro quente, pastel, entre outros) na semana precedente à pesquisa foram categorizados segundo a frequência diária de consumo (< 1 vez ao dia e $= 1$ vez ao dia). Com relação à prática de atividade física fora da escola na semana precedente à pesquisa, as respostas foram categorizadas em: não praticou atividade física; praticou de 1 a 4 dias na semana e praticou mais de 5 dias na semana. Outra questão se referiu a forma de deslocamento à escola, categorizando-se em deslocamento

ativo (a pé/bicicleta) e passivo (carro/ônibus/moto). Por fim, o tempo despendido assistindo TV foi considerado como comportamento sedentário, classificando-o segundo a duração diária nesta atividade (< 2 horas ao dia e = 2 horas ao dia).

Os dados foram digitados em um banco de dados construído especificamente para este estudo a partir do programa Epidata 3.1. Em seguida, as informações foram analisadas com auxílio do programa estatístico SPSS (versão 15.0). A distribuição em frequências foi utilizada para descrição das variáveis de estudo. O teste de Qui-quadrado (X^2) foi utilizado para verificar diferenças na proporção de excesso de peso corporal entre as categorias dos fatores sociodemográficos e comportamentais. A regressão logística binária foi utilizada para verificar a associação entre estes fatores e o excesso de peso corporal, mediante os valores de odds ratio (OR) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%). Os valores de OR (IC 95%) para cada variável foram ajustados pelas demais variáveis independentes inseridas no modelo de regressão. Em todos os procedimentos a amostra foi estratificada por nacionalidade, adotando-se um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

A presente investigação teve maior participação de escolares brasileiros (38,3%). As características sociodemográficas e comportamentais dos escolares estão apresentadas na Tabela 1. O excesso de peso corporal foi verificado em 13,1% dos escolares. Verificou-se também que 21,5% dos escolares não praticavam atividade física fora do ambiente escolar, enquanto 22,5% realizavam o deslocamento à escola passivamente (carro/ônibus/moto). Além disso, 36,9% dos escolares assistiam TV durante duas ou mais horas ao dia. Quanto aos hábitos alimentares, os resultados mostraram que apenas 14,4% e 23,8% dos escolares consumiam frutas e vegetais pelo menos uma vez ao dia, respectivamente. Em contrapartida, constatou-se que 11,4% e 19,5% dos escolares consumiam salgados e doces ao menos uma vez por dia, respectivamente.

Na Tabela 2 pode ser verificada a prevalência de excesso de peso corporal segundo a nacionalidade e as variáveis sociodemográficas e comportamentais. Os rapazes tiveram proporções de excesso de peso corporal significativamente superiores quando comparados às moças, independentemente da nacionalidade ($p<0,05$). Os escolares brasileiros que realizavam deslocamento ativo à escola tiveram proporções de excesso de peso corporal significativamente menores do que seus pares que utilizavam transporte passivo ($p=0,018$). Os escolares paraguaios que consumiam frutas ou vegetais pelo menos uma vez ao dia apresentaram proporções de excesso de peso corporal significativamente inferiores aos seus

pares que não consumiam estes alimentos diariamente ($p=0,022$ e $p=0,015$, respectivamente). Estes resultados também foram identificados para o consumo de vegetais entre os escolares argentinos ($p=0,006$). Embora não tenham apresentado valores estatisticamente significativos, os escolares argentinos e paraguaios que consumiam doces pelo menos uma vez ao dia tiveram proporções de excesso de peso corporal maiores do que seus pares que não consumiam estes alimentos diariamente ($p=0,063$ e $p=0,065$, respectivamente). As demais variáveis não tiveram associação significativa com o excesso de peso corporal, independentemente da nacionalidade ($p<0,05$).

TABELA 1
Características sociodemográficas e comportamentais da amostra

Variáveis de estudo	n	%
Total	1.183	100,0
Estado nutricional		
Eutróficos	1.028	86,9
Excesso de peso corporal	155	13,1
Sexo		
Feminino	694	58,7
Masculino	489	41,3
Faixa etária		
15-16 anos	676	57,1
17-18 anos	507	42,9
Atividade Física fora da escola		
Não praticou	254	21,5
1-4 dias/semana	695	58,7
≥ 5 dias/semana	234	19,8
Deslocamento à escola		
Ativo (a pé/bicicleta)	917	77,5
Passivo (ônibus/carro/moto)	266	22,5
Tempo assistindo TV		
< 2 horas/dia	746	63,1
≥ 2 horas/dia	437	36,9
Consumo de frutas		
≥ 1 vez/dia	170	14,4
< 1 vez/dia	1.013	85,6
Consumo de vegetais		
≥ 1 vez/dia	282	23,8
< 1 vez/dia	901	76,2
Consumo de salgados		
< 1 vez/dia	1.048	88,6
≥ 1 vez/dia	135	11,4
Consumo de Doces		
< 1 vez/dia	952	80,5
≥ 1 vez/dia	231	19,5

TABELA 2
Prevalência de excesso de peso corporal nos escolares argentinos, brasileiros e paraguaios segundo as variáveis sociodemográficas e comportamentais

Variáveis	Argentina		Nacionalidade Brasil		Paraguai	
	(n=361)	p	(n=453)	p	(n=369)	p
Sexo						
Feminino	10,4	0,005*	7,8	0,022*	14,1	0,008*
Masculino	21,3		14,6		20,1	
Faixa etária						
15-16 anos	15,0	0,901	9,6	0,383	14,4	0,831
17-18 anos	15,5		12,2		13,6	
Atividade física fora da escola						
Não praticou	15,5	0,977	12,9	0,662	13,4	0,890
1-4 dias/semana	14,9		10,3		13,7	
> 5 dias/semana	15,9		9,0		15,8	
Deslocamento à escola						
Ativo (a pé/bicicleta)	16,3	0,255	8,8	0,018*	16,5	0,758
Passivo (ônibus/carro/moto)	11,0		17,0		12,6	
Tempo assistindo TV						
< 2 horas/dia	15,4	0,849	9,4	0,382	10,2	0,292
>2 horas/dia	14,6		12,0		16,5	
Consumo de frutas						
> 1 vez/dia	9,6	0,223	10,6	0,998	3,8	0,022*
< 1 vez/dia	16,2		10,6		15,8	
Consumo de vegetais						
> 1 vez/dia	6,5	0,006*	14,0	0,168	5,3	0,015*
< 1 vez/dia	18,3		9,4		16,3	
Consumo de salgados						
< 1 vez/dia	14,2	0,125	11,4	0,104	13,8	0,689
> 1 vez/dia	23,7		2,5		15,8	
Consumo de Doces						
< 1 vez/dia	13,8	0,063	11,2	0,397	12,3	0,065
> 1 vez/dia	24,0		8,2		20,2	

* Valores significativos ($p < 0,05$), utilizando-se o teste de qui-quadrado.

As relações entre o excesso de peso corporal e as variáveis sociodemográficas e comportamentais estão apresentadas na Tabela 4. Os valores de OR (IC 95%) indicaram que os rapazes da Tríplice Fronteira apresentaram mais chances de ter excesso de peso corporal do que as moças, mesmo após os ajustes estatísticos às demais variáveis inseridas no modelo de regressão. Os rapazes brasileiros apresentaram 95% mais chances de apresentar excesso de peso corporal do que as moças brasileiras, enquanto os rapazes argentinos e paraguaios tiveram em torno de duas vezes mais chances de ter excesso de peso corporal do que as moças de mesma nacionalidade.

Os escolares brasileiros que realizaram o deslocamento passivo à escola tiveram em torno de duas vezes mais chances de ter excesso de peso corporal do que seus pares que se deslocavam ativamente. Além disso, os adolescentes argentinos que não consumiam vegetais diariamente tiveram

aproximadamente três vezes mais chances de ter excesso de peso corporal do que seus pares com consumo diário de vegetais. Os valores de OR (IC 95%) apontaram uma maior chance de apresentar excesso de peso corporal nos escolares argentinos e paraguaios que consumiam doces diariamente, quando comparados aos escolares com baixo consumo de doces (< 1 vez/dia), embora não tenham sido significativos estatisticamente ($p=0,052$ e $p=0,065$, respectivamente). A faixa etária, a atividade física fora da escola, o tempo despendido assistindo TV e o consumo de frutas, de salgados e de doces não estiveram associados com o excesso de peso corporal, independentemente da nacionalidade dos escolares ($p > 0,05$).

TABELA 3
Valores de odds ratio (IC 95%) do excesso de peso corporal nos escolares argentinos, brasileiros e paraguaios segundo as variáveis sociodemográficas e comportamentais

Variáveis	Nacionalidade		
	Argentina (n=361) OR* (IC 95%)	Brasil (n=453) OR* (IC 95%)	Paraguai (n=369) OR* (IC 95%)
Sexo			
Feminino	1,00	1,00	1,00
Masculino	2,38 (1,28-4,41)*	1,95 (1,05-3,63)*	2,19 (1,17-4,11)*
Faixa etária			
15-16 anos	1,00	1,00	1,00
17-18 anos	1,22 (0,66-2,23)	1,37 (0,73-2,56)	0,95 (0,50-1,78)
Atividade física fora da escola			
Não praticou	1,00	1,00	1,00
1-4 dias/semana	0,88 (0,34-2,26)	0,77 (0,37-1,61)	1,11 (0,44-2,81)
≥5 dias/semana	1,14 (0,44-2,94)	0,64 (0,24-1,68)	1,18 (0,54-2,56)
Deslocamento à escola			
Ativo (a pé/bicicleta)	1,00	1,00	1,00
Passivo (ônibus/carro/moto)	0,52 (0,23-1,19)	2,24 (1,16-4,34)*	1,27 (0,63-2,56)
Tempo assistindo TV			
< 2 horas/dia	1,00	1,00	1,00
≥2 horas/dia	0,94 (0,53-2,18)	1,49 (0,80-2,78)	1,38 (0,74-2,55)
Consumo de frutas			
≥ 1 vez/dia	1,00	1,00	1,00
< 1 vez/dia	1,46 (0,52-4,09)	0,95 (0,38-2,35)	3,77 (0,86-16,54)
Consumo de vegetais			
≥ 1 vez/dia	1,00	1,00	1,00
< 1 vez/dia	2,89 (1,15-7,25)*	0,61 (0,31-1,21)	2,71 (0,91-8,01)
Consumo de salgados			
< 1 vez/dia	1,00	1,00	1,00
≥ 1 vez/dia	1,59 (0,66-3,83)	0,21 (0,03-1,59)	0,95 (0,40-2,23)
Consumo de Doces			
< 1 vez/dia	1,00	1,00	1,00
≥ 1 vez/dia	2,17 (0,99-4,75)	0,80 (0,35-1,84)	1,91 (0,96-3,80)

OR = odds ratio; IC 95% = intervalo de confiança de 95%.

* Valores ajustados pelas demais variáveis independentes inseridas no modelo de regressão.

‡ Valores significativos ($p < 0,05$), utilizando-se o modelo de regressão logística binária.

DISCUSSÃO

A região da Tríplice Fronteira é composta por adolescentes de diferentes nacionalidades, etnias e culturas, que participam dos intensos movimentos de circulação de pessoas. Nesta região, o relatório técnico realizado pelo UNICEF (12) destacou diversos problemas sociais e de saúde como prioridades para as políticas públicas nos jovens, como a desnutrição, exploração sexual de menores, tráfico de drogas e doenças respiratórias. Contudo, os resultados do presente estudo evidenciaram que o excesso de peso corporal também pode ser considerado um sério problema de saúde pública, pois afeta grande parcela da população escolar nas cidades da

Tríplice Fronteira (um em cada oito escolares da região apresentou excesso de peso corporal).

As proporções de excesso de peso corporal encontradas no presente estudo foram semelhantes às de outros estudos realizados na Argentina (20), Brasil (9,11,21), e Paraguai (22), os quais consideraram o excesso de peso corporal como relevante problema de saúde pública entre os jovens das localidades estudadas. Os resultados deste estudo foram similares aos de outros países envolvendo jovens da América do Sul (23,24,25), América do Norte (10,26) e Europa (3,27,28). Como o excesso de peso corporal está associado com o surgimento de diversos problemas de saúde ainda na adolescência que podem perdurar até a vida adulta (29,30),

sugere-se que políticas públicas de promoção da saúde na região da Tríplice Fronteira também direcionem suas ações para prevenção e tratamento do excesso de peso corporal entre os escolares.

O sexo foi o principal fator sociodemográfico associado com o excesso de peso corporal entre os escolares da Tríplice Fronteira, considerando-se o sexo masculino como o subgrupo com mais chances de apresentar excesso de peso corporal, independentemente da nacionalidade. Estes resultados estão de acordo com outros estudos já realizados (10,31,32). Entretanto, outros estudos indicaram o sexo feminino como o subgrupo de maior risco ao excesso de peso corporal (22,24,33).

A faixa etária foi um fator sociodemográfico que não apresentou associação com o excesso de peso corporal entre os escolares. Entretanto, o presente estudo foi realizado com um grupo etário de baixa abrangência (escolares de 15 a 18 anos de idade), bem como não analisou outros fatores sociodemográficos frequentemente associados com o excesso de peso corporal em adolescentes, como a escolaridade dos pais (9,11), condição econômica (34,35) e o tipo de escola (36). Desta forma, sugere-se a realização de estudos futuros visando identificar outras importantes variáveis sociodemográficas que podem estar associadas com o excesso de peso corporal nos escolares da Tríplice Fronteira.

Quanto aos fatores comportamentais, os resultados indicaram que os adolescentes brasileiros que realizavam deslocamento passivo à escola (ônibus/carro/moto) tiveram duas vezes mais chances de ter excesso de peso corporal do que os escolares com deslocamento ativo, mesmo após os ajustes estatísticos às demais variáveis inseridas no modelo de regressão. Estes resultados corroboram com outro estudo realizado com escolares brasileiros (37). O deslocamento ativo como meio de transporte se tornou uma das principais fontes de atividade física da população, principalmente devido ao estilo de vida hipocinético adotado por grande parte dos jovens (38). Desta forma, os resultados do presente estudo foram consistentes com as evidências de que o deslocamento ativo à escola pode ser um importante tipo de atividade física entre escolares e pode ter implicações na saúde destes indivíduos (39). Nos escolares argentinos e paraguaios, entretanto, o deslocamento à escola não esteve significativamente associado com o excesso de peso corporal.

Em relação aos comportamentos alimentares, os resultados evidenciaram que os escolares argentinos que não consumiam vegetais diariamente tiveram maiores proporções de excesso de peso corporal, quando comparados aos seus pares que relataram consumo diário. Além disso, nos adolescentes paraguaios, verificou-se que o consumo diário de frutas e verduras esteve associado com a baixa prevalência de excesso de peso corporal. Frutas e verduras são alimentos ricos em água, fibras e nutrientes que representam importantes partes

de uma alimentação saudável (33,40). Não obstante, o hábito de consumir esses alimentos na adolescência pode perdurar à vida adulta, colaborando para a diminuição do risco de muitas doenças crônico-degenerativas, incluindo câncer, doenças cardiovasculares e infartos (41,42).

Embora o consumo de doces não tenha mostrado associação estatisticamente significativa com o excesso de peso corporal, os valores de OR (IC 95%) apontaram uma tendência para maior chance de ter excesso de peso corporal nos escolares argentinos e paraguaios com consumo diário de doces. Estudos prévios identificaram o consumo de doces como um fator comportamental significativamente associado ao excesso de peso corporal entre jovens (43,44). Contudo, diante dos resultados do presente estudo, evidenciou-se que hábitos alimentares saudáveis, principalmente a ingestão diária de alimentos com baixo valor calórico (frutas e vegetais), foram inversa e significativamente associados com o excesso de peso corporal entre os escolares da Tríplice Fronteira.

A utilização de uma amostra representativa dos escolares da Tríplice Fronteira pode ser destacada como um ponto forte do presente estudo, uma vez que permitiu apresentar um panorama dos jovens estudantes das três diferentes cidades inseridas nesta região. Além disso, a identificação dos fatores associados ao excesso de peso corporal foi importante por indicar os principais subgrupos de risco ao desenvolvimento deste desfecho. Contudo, o presente estudo teve algumas limitações que devem ser destacadas. A primeira está relacionada à utilização de medidas autoreportadas para determinação das variáveis de estudo, principalmente do excesso de peso corporal. Embora tenham apresentado boa correlação com medidas aferidas em estudo piloto e sejam frequentemente utilizadas no diagnóstico do estado nutricional, os valores de estatura e massa corporal autoreportados tendem a ser superestimados ou subestimados por indivíduos jovens (45). A segunda limitação do presente estudo foi a não inclusão de escolas particulares na seleção da amostra, o que impossibilita a generalização dos resultados para todos os escolares das cidades da Tríplice Fronteira. Por fim, há também a possibilidade de causalidade reversa que é uma característica inerente ao delineamento transversal adotado no presente estudo. Portanto, os resultados aqui apresentados devem ser interpretados com devida cautela.

Os resultados do presente estudo indicaram uma elevada proporção de escolares com excesso de peso corporal na região da Tríplice Fronteira. Pertencer ao sexo masculino nas três nacionalidades, o deslocamento à escola de forma não ativa nos adolescentes brasileiros e o baixo consumo de vegetais nos argentinos foram os principais fatores associados ao excesso de peso corporal. Estes resultados sugerem que políticas de promoção de saúde voltadas aos escolares da região da Tríplice Fronteira também foquem o combate e a prevenção do excesso de peso corporal, direcionando suas

ações principalmente aos comportamentos e subgrupos de maior risco para o desenvolvimento deste desfecho na adolescência.

REFERÊNCIAS

- Kohn M, Rees JM, Brill S, Fonseca H, Jacobson M, Katzman DK, et al. Preventing and treating adolescent obesity: A position paper of the Society for Adolescent Medicine. *J Adol Health*. 2005;38(6):784-7.
- World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation (n.894). Geneva (Switzerland): World Health Organization, 2000.
- Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, et al. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev*. 2005;6(2):123-32.
- Reis JP, Araneta MR, Wingard DL, Macera CA, Lindsay SP, Marshall SJ. Overall obesity and abdominal adiposity as predictors of mortality in U.S. white and black adults. *Ann Epidemiol*. 2009;19(2):134-42.
- Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Vicente-Rodríguez G, Rizzo NS, Castillo MJ, et al. Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Br J Sports Med*. 2010;44(4):256-62.
- Silva KS, Lopes AS, Silva FM. Comportamentos sedentários associados ao excesso de peso corporal. *Rev bras Educ Fis Esp*. 2007;21(2):135-41.
- Guedes DP, Guedes JERP, Barbosa DS, Oliveira JA, Stanganelli LCR. Fatores de risco cardiovasculares em adolescentes: Indicadores biológicos e comportamentais. *Arq Bras Cardiol*. 2006;86(6):439-50.
- Farhat T, Iannotti RJ, Simons-Morton BG. Overweight, obesity, youth, and health-risk behaviors. *Am J Prev Med*. 2010;38(3):258-67.
- Farias Júnior JC, Silva KS. Sobre peso/obesidade em adolescentes escolares da cidade de João Pessoa-PB: prevalência e associação com fatores demográficos e socioeconômicos. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(2):104-8.
- Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, King MA, Pickett W. Overweight and obesity in Canadian adolescents and their associations with dietary habits and physical activity patterns. *J Adol Health*. 2004;35(5):360-7.
- Tassitano RM, Barros MVG, Tenório MCM, Bezerra J, Hallal PC. Prevalência e fatores associados ao sobrepeso e à obesidade em adolescentes, estudantes de escolas de Ensino Médio de Pernambuco, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2009;25(12):2639-52.
- Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF). Situação das crianças e adolescentes na Tríplice Fronteira entre Argentina, Brasil e Paraguai: desafios e recomendações UNICEF/TACRO; Curitiba (Brasil): ITAIPU binacional; 2005.
- Legnani E, Lopes AS, Legnani RFS. Validade e reprodutibilidade de medidas de peso e estatura auto-referidas em adolescentes. In: 5º Congresso Brasileiro de Atividade Física & Saúde, Florianópolis/SC, 2005:50.
- Farias Júnior JC. Validade das medidas auto-referidas de peso e estatura para o diagnóstico do estado nutricional de adolescentes. *Rev Bras Saude Matern Infant*. 2007;7(2):167-74.
- Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(9):660-7.
- Global School-based Student Health Survey (GSHS). Measured dietary behaviors; hygiene; unintentional injuries and violence; mental health; alcohol and other drugs use; sexual behaviors and protective factors. Chile, 2004. Disponível em: <http://www.cdc.gov/ghhs/countries/americas/chile.html>. Acessado em: março de 2010.
- World Health Organization (WHO). International guide for monitoring alcohol consumption and related harm. Geneva (Switzerland): WHO, 2004.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Global School-based Student Health Survey (GSHS, 2004). Disponível: <http://www.cdc.gov/gshs>. Acesso: março de 2010.
- Legnani E, Legnani RFS, Morgenroth A. Reprodutibilidade de um questionário sobre comportamentos de risco à saúde em escolares. *Col Pes Educ Fis*. 2008;7(3):351-6.
- Pedrozo WR, Castillo Rascón MS, Bonneau G, Ibáñez de Pianesi M, Castro Olivera C, Jiménez de Aragon S, et al. Síndrome metabólico y factores de riesgo asociados con el estilo de vida de adolescentes de una ciudad de Argentina, 2005. *Rev Panam Salud Publica*. 2008;24(3):149-60.
- Pelegriani A, Petroski EL, Coqueiro RS, Gaya ACA. Overweight and obesity in Brazilian schoolchildren aged 10 to 15 years: data from a Brazilian sports project. *Arch Latinoamer Nutr*. 2008;58(4):343-9.
- Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Perfíles Nutricionales por Países – Paraguay. Roma (Italy): Food and Agriculture Organization of United Nations; 2001.
- Yepez R, Carrasco F, Baldeón ME. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en estudiantes adolescentes ecuatorianos del área urbana. *Arq Latinoam Nutr*. 2008;58(2):139-43.
- Filozof C, González C, Sereday M, Mazza C, Braguinsky J. Obesity prevalence and trends in Latin-American Countries. *Obes Rev*. 2001;2(2):99-106.
- McArthur LH, Holbert D, Peña M. Prevalence of overweight among adolescents from six Latin American cities: a multivariable analysis. *Nutr Res*. 2003;23(10):1391-1402.
- Miech RA, Kumanyika SK, Stettler N, Link BG, Phelan JC, Chang VW. Trends in the association of poverty with overweight among US adolescents, 1971-2004. *JAMA*. 2006;295(20):2385-93.
- Vignerová J, Humeníková L, Paulová M, Riedlová J. Prevalence of overweight, obesity and low weight in the Czech child population up to 18 years of age in the last 50 years. *J Public Health*. 2008;16(6):413-20.
- Ortega FB, Ruiz JR, Sjostrom M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2007;4:61.
- Tresaco B, Moreno LA, Ruiz JR, Ortega FB, Bueno G,

- González-Gross M, et al. Truncal and abdominal fat as determinants of high triglycerides and low HDL-cholesterol in adolescents. *Obesity*. 2009;17(5):1086-91.
30. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair SN. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: The Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J*. 2005;149(1):46-53.
 31. Araújo VC, Konrad LM, Rabacow FM, Graup S, Amboni R, Farias Júnior JC. Prevalência de excesso de peso em adolescentes brasileiros: um estudo de revisão sistemática. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2007;12(3):79-87.
 32. Farias Júnior JC, Lopes AS. Prevalência de sobrepeso em adolescentes. *Rev Bras Ciên e Mov*. 2003;11(3):77-84.
 33. Lowry R, Lee SM, McKenna ML, Galuzka DA, Kann LK. Weight management and fruit and vegetable intake among US high school students. *J Sch Health*. 2008;78(8):417-24.
 34. Gomes FS, Anjos LA, Vasconcelos MTL. Associação entre o estado nutricional antropométrico e a situação sócio-econômica de adolescentes em Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2009;25(11):2446-54.
 35. Acuña GI, Solano RL. Situación socioeconómica, diagnóstico nutricional antropométrico y dietario en niños y adolescentes de Valencia, Venezuela. *An Venez Nutr*. 2009;22(1):5-11.
 36. Vieira MFA, Araújo CLP, Hallal PC, Madruga SW, Neutzling MB, Matijasevich A. et al. Estado nutricional de escolares de primeira a quarta série do ensino fundamental das escolas urbanas da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2008;24(7):1667-74.
 37. Silva KS, Lopes AS. Excesso de peso, pressão arterial e atividade física no deslocamento à escola. *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(2):93-101.
 38. Sallis JF, Glanz K. Physical activity and food environments: Solutions to the obesity epidemic. *Milbank Q*. 2009;87(1):123-54.
 39. Chillón P, Ortega FB, Ruiz JR, Pérez IJ, Martín-Matillas M, Valtueña J, et al. Socio-economic factors and active commuting to school in urban Spanish adolescents: the AVENA study. *Eur J Public Health*. 2009;19(5):470-6.
 40. Jebb SA. Dietary determinants of obesity. *Obes Rev*. 2007;8 Suppl 1:S93-7.
 41. He FJ, Nowson CA, MacGregor GA. Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet*. 2006;367(9507):320-26.
 42. Pearson N, Biddle SJH, Gorely T. Family correlates of fruit and vegetable consumption in children and adolescents: a systematic review. *Public Health Nutr*. 2008;12(2):267-83.
 43. Nicklas TA, Yang SJ, Baranowski T, Zakeri I, Bereson G. Eating patterns and obesity in children: The Bogalusa Heart Study. *Am J Prev Med*. 2003;25(1):9-16.
 44. Fagundes ALN, Ribeiro DC, Naspitz L, Gerbelini LEB, Vieira JKP, Silva AP, et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da região de Parelheiros do município de São Paulo. *Rev Paul Pediatr*. 2008;26(3):212-7.
 45. Araújo CL, Dumith SC, Menezes AMB, Hallal PC. Peso medido, peso percebido e fatores associados em adolescentes. *Rev Panam Salud Publica*. 2010;27(5):360-7.

Recibido: 18-08-2010

Aceptado: 09-12-2010

Association between calcium intake and colorectal neoplasia in Puerto Rican Hispanics

Cristina Palacios, Maritza Lopez, Ana Patricia Ortiz and Marcia Cruz Correa

University of Puerto Rico, University of North Texas, University of Puerto Rico, San Juan. Puerto Rico

SUMMARY. Epidemiological studies show that a high calcium intake reduces the risk of colon cancer. The objective was to study the association between calcium intake and colorectal neoplasia in a clinic-based sample of Hispanics adults from Puerto Rico. As part of this cross-sectional study, a total of 433 subjects were recruited from surgery and gastroenterology clinics at the University of Puerto Rico. Calcium intake was estimated using a food frequency questionnaire (FFQ) of calcium rich foods. Socio-demographics, health history and colonoscopy results were obtained from the primary study. Chi square and odds ratios (OR) for colorectal neoplasia (adenomas and/or adenocarcinoma) were calculated for total calcium, dietary calcium and for calcium supplement use. In total, 312 (72%) from 433 participants completed the FFQ and had available colonoscopy results; from these, 196 (62.5%) were free of neoplasia and 117 (37.5%) had colorectal neoplasia. Colorectal neoplasia subjects were older, a lower proportion were females and less educated than those without neoplasia ($p < 0.01$). Total calcium intake (median 1180 mg/d) was greater in those free of neoplasia compared to colorectal neoplasia subjects (median 1036 mg/d; $p < 0.05$). A high total calcium intake and the use of calcium supplements significantly reduced the OR (crude and age adjusted) for colorectal neoplasia; although these associations lost statistical significance after additionally adjusting for gender and educational level. In conclusion, a high calcium intake and the use of calcium supplements may be protective against colorectal neoplasia, although a greater sample may be required to observe significant associations in a multivariate model.

Key words: Calcium intake, dietary calcium, calcium supplements, adenomas, colorectal neoplasia.

INTRODUCTION

Cancer is the third leading cause of death worldwide. It is estimated that there are 24.6 million people alive who have received a diagnosis of cancer in the last five years (1). Colon cancer is the third most common cause of death from cancer worldwide accounting for an estimated 1,023,256 new cancer cases and 529,026 cancer deaths per year (1). In the United States, it is also the third most commonly diagnosed cancer in both men and women and is the second leading cause of death from cancer (2). In Puerto Rico, colorectal cancer is the second most commonly diagnosed cancer and incidence trends have been shown to be on an increase in recent decades (3).

Several large prospective studies have shown that high

RESUMEN. Asociación entre el consumo de calcio y la neoplasia colorectal en hispanos puertorriqueños. Los estudios muestran que un alto consumo de calcio reduce el riesgo de cáncer de colon. El objetivo del presente estudio fue estudiar la asociación entre el consumo de calcio y la neoplasia colorrectal en una muestra de hispanos adultos en Puerto Rico. Un total de 433 sujetos fueron reclutados de las clínicas de cirugía y gastroenterología de la Universidad de Puerto Rico. El consumo de calcio fue estimado usando un cuestionario de frecuencia de consumo (CFC) de alimentos ricos en calcio. Los datos socio-demográficos y la colonoscopia se obtuvieron del estudio principal. Se calculó el J^2 y la razón de productos cruzados de neoplasia colorrectal por el consumo total, dietético y uso de suplementos de calcio. Un total de 312 (72%) de 433 participantes completaron el estudio; de éstos, 196 (62.5%) estaban libres de neoplasia y 117 (37.5%) tenían neoplasia colorrectal, los cuales eran de mayor edad, con menor proporción de mujeres y menos educados que aquellos sin neoplasia ($p < 0.01$). El consumo total de calcio (mediana 1180 mg/d) fue mayor en sujetos sin neoplasia que los sujetos con neoplasia (mediana 1036 mg/d; $p < 0.05$). Un alto consumo total de calcio y el uso de suplementos de calcio redujo significativamente la posibilidad (crudo y ajustado por edad) de neoplasia colorrectal; aunque no fue significativo cuando se ajusto también por género y educación. En conclusión, un alto consumo de calcio y el uso de suplementos de calcio pueden proteger contra la neoplasia colorrectal, aunque se requieren más sujetos para ver asociaciones significativas en el modelo multivariado.

Palabras clave: Consumo de calcio, calcio dietético, suplementos de calcio, adenomas, neoplasia colorrectal.

intakes of calcium rich foods result in a low relative risk of colon cancer (4-8), large colorectal adenomas (9,10) and recurrent colon cancer (10) in subjects with or without colon cancer history. Pooled analysis of cohort studies, with more than 500,000 subjects followed for up to 16 years, also found that those with the highest intake of calcium and milk had significantly reduced risk of colon cancer (11). However, others have not found a relationship between calcium intake and colon cancer risk (12).

There is scarce data on the association between calcium intake and colorectal neoplasia in Hispanics, particularly in Puerto Ricans. Therefore, the objective of the present analysis was to study the association of calcium intake with colorectal neoplasia in Puerto Rican Hispanic adults.

MATERIALS AND METHODS

Study design and study population

This cross-sectional study recruited subjects from an ongoing clinic-based study of colorectal cancer. Subjects were recruited prospectively from the University of Puerto Rico Comprehensive Cancer Center (UPRCCC) from September 2005-until November 2009. Recruitment for all subjects was performed at the time of colonoscopic examination for several medical indications (screening or evaluation of symptoms) and surgery for colorectal cancer at the UPRCCC. Eligibility criteria of this study included: (1) having a colonoscopy at the UPRCCC for any medical indication, and (2) being 21 years of age or older. Subjects that used intravenous anticoagulation were excluded from the study. This study was approved by the IRB of the Medical Sciences Campus, University of Puerto Rico.

Data collection procedures

A demographic questionnaire was administered to patients at the UPRCCC clinics before performing the colonoscopy. The questionnaire obtained sociodemographic data such as age, sex, education, smoking habits, physical activity, weight, height, history of cancer, family history of cancer and diabetes, among other conditions. Body mass index (BMI) (kg/m^2) was calculated using the reported weight and height of each patient.

Assessment of colorectal neoplasia

Colorectal neoplasia was defined as colorectal adenomas, tubulovillous adenoma and/or colorectal adenocarcinoma. Diagnosis of colorectal neoplasia was obtained from the official colonoscopy report, and histologic confirmation was obtained from the pathology report. Individuals with a normal colon and those with hyperplastic polyps, inflammation and colitis from the colonoscopy results were combined in another category as non-neoplasia and used as the comparison group.

Assessment of dietary intake and supplement use

Data for calcium intake was collected using a self-reported semi-quantitative Food Frequency Questionnaire (FFQ) of foods and beverages rich in calcium, validated in a sample of Puerto Ricans adults (13). This FFQ was mailed out to the subjects, along with pre-paid mailing envelopes. The total daily calcium intake was calculated from the self-administered FFQ of foods rich in calcium. The FFQ consisted of a list of 26 items identified from the baseline food records and from other typical Puerto Rican foods rich in calcium. The FFQ was divided into 3 sections: (1) dairy products and other calcium rich foods, (2) prepared foods rich in calcium and (3) supplements. Each food item included a fixed commonly used portion size. The frequency of each food item was assessed for

the previous 6 months, and included 8 frequency responses, ranging from "3 or more servings per day" to "rarely or never". Calcium consumption was summed into three categories: dietary calcium, supplemental calcium and total calcium. Dietary calcium intake was obtained for each subject by multiplying the amount reported for each food, by the response frequency (for example, 2 to 3 times a week = $[(2+3)/2]/7$ x amount of calcium (mg) for that food). To calculate the calcium content of each of the foods included in the FFQ, the US Department of Agriculture food composition table (USDA Nutrient Data Laboratory and HealthTec Inc) and the Nutritionist Pro analysis (Ayxxa Systems 2008, Stafford, TX) software were used. Calcium intake from supplements was calculated using the same frequency formula as for the dietary calcium intake, but the amount of calcium was taken individually from the manufacture of each supplement. Total calcium was computed by adding the dietary calcium and the calcium from supplements. The FFQ were scanned and processed using the Remark Office OMR[®] software (Gravic Inc, Malvern, PA).

Study variables

Colorectal neoplasia was categorized as yes or no. Total calcium and dietary calcium were divided into two categories, based on the median calcium consumption. For total calcium intake, median calcium consumption was 1165 mg/d and for dietary calcium intake, median calcium consumption was 971 mg/d. Due to an insufficient range of calcium intake from supplements, it was calculated as use or no use of calcium supplements. Age was categorized as \leq or $>$ than 60 years, which was the median age; educational level was categorized as \leq or $>$ than high school diploma. BMI was categorized as normal if $< 25 \text{ kg}/\text{m}^2$, overweight if ≥ 25 and $< 29.9 \text{ kg}/\text{m}^2$ and obese if $\geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Statistical analysis

Median and 25th and 75th percentile range were computed for all the continuous variables. Wilcoxon and chi-square statistics were used to compare the characteristics of subjects with or without colorectal neoplasia. The Chi-square statistic was used to compare the three calcium consumption variables (total calcium intake, dietary calcium intake and calcium supplement use) by colorectal neoplasia status. For the variables total calcium intake and dietary calcium intake, the reference group was those consuming less than the median baseline amount in each category; for the variable calcium supplements use, those not using calcium supplements were defined as the reference group. Through the use of logistic regression models, crude and adjusted odds ratios (OR) and their 95% confidence intervals (CIs) were calculated to study the magnitude of the association between calcium consumption and colorectal neoplasia. The multivariate models were

adjusted for the significant potentially confounding variables identified in the bivariate analysis, which were age, gender and education. Interaction terms within each model were tested with the likelihood ratio test (14). Analyses were performed using the SAS statistical software (version 9.1; SAS Institute Inc, Cary, NC).

RESULTS

From the total sample size of 433 subjects in the main study, 321 (74%) mailed back the FFQ, of whom 9 did not have a diagnosis report from the colonoscopy. Therefore, a sample size of 312 subjects was used in this analysis. Of these, 195 (62.5%) were free of colorectal neoplasia and 117 (37.5%) had colorectal neoplasia. Table 1 compares the baseline characteristics of subjects with and without colorectal neoplasia.

Subjects with colorectal neoplasia were older ($p<0.01$), with a lower proportion of female participants ($p<0.001$), and with a greater proportion having an educational level of high school diploma or lower ($p<0.01$). The majority of the sample was overweight or obese (43-46% were overweight and 29-32% were obese), sedentary (46-51%) and were non smokers (93%); these results were similar among subjects with and without colorectal neoplasia. Median calcium intake was close to the National Dietary Reference Intake (DRI) of 1000-1200 mg/d recommended for age groups >50 years (15) in subjects free of neoplasia but lower in those with colorectal neoplasia; these differences were statistical significant ($p<0.05$). In addition, those free of neoplasia had a higher use of calcium supplements compared to those with colorectal neoplasia ($p=0.06$). Calcium intake from foods was similar among both groups ($p>0.05$).

TABLE 1
Study sample characteristics (n=312)

Variable	Free of neoplasia (n=195) ¹	Colorectal neoplasia (n=117)	P value*
Age (y) ²	59 (48-65)	61 (53-69)	0.01
Gender			
Females	80.0%	56.4%	<0.001
Males	20.0%	43.6%	
Education			
High school diploma or less	48.72%	66.67%	<0.01
Higher than high school diploma	51.28%	33.33%	
BMI (kg/m²)²	28.3 (25.5-31.2)	28.1 (24.7-30.7)	0.54
Normal ³	21.88%	27.43%	
Overweight ⁴	45.83%	43.36%	
Obese ⁵	32.29%	29.20%	
Physical activity:			
Sedentary	50.54%	46.15%	0.45
Medium/intense	49.46%	53.85%	
Smoking, current	6.56%	7.53%	0.76
Diabetes	20.10%	25.60%	0.25
Calcium intake			
Total calcium intake ²	1180 (793-1779)	1036 (672-1515)	0.02
Dietary calcium intake ²	971 (656-1323)	896 (613-1318)	0.30
Use of calcium supplements	43.50%	31.40%	0.03

¹Free of neoplasia group included those with inflammation or colitis (n=14), hyperplastic polyps (n=4) and normal colon (n=177)

²Median (25th and 75th percentile)

³Normal was defined as BMI <25 kg/m²

⁴Overweight was defined as BMI 25-29.9 kg/m²

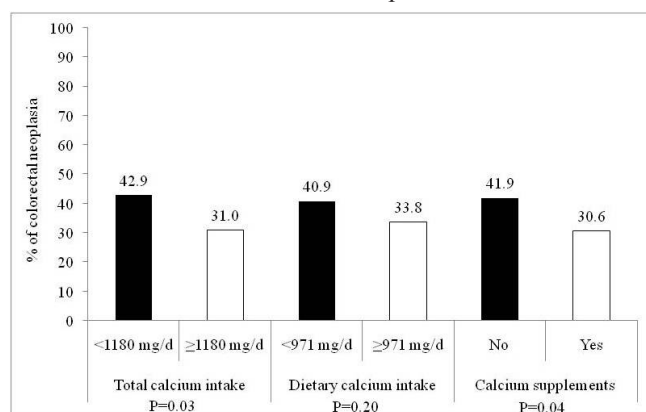
⁵Obese was defined as BMI ≥ 30 kg/m²

*Chi-square was performed for categorial variables and student t test for continuous variables

Persons consuming a total calcium intake below the median (<1180 mg/day) had a greater percentage of colorectal neoplasia compared to those consuming an intake equal or above 1165 mg/day (42.9% vs 31.0%, $p<0.05$) (Figure 1).

FIGURE 1

Diagnosed colorectal neoplasia by calcium intake (n=117). Non adjusted bivariate analysis shows that those with a higher calcium intake have a lower percentage of colorectal neoplasia



Similarly, those consuming a dietary calcium intake below the median (<971 mg/day) also had a greater percentage of colorectal neoplasia (40.9%) compared to those with a dietary calcium intake equal or above 971 mg/d (33.8%), although this difference was not significantly different ($p=0.2$). Those not using calcium supplements also had higher percentage of colorectal neoplasia (41.9%) in comparison to those using any level of calcium from supplements (30.6%, $p<0.05$).

Table 2 shows the crude and adjusted ORs (and their 95% CIs) of the association between calcium intake and colorectal neoplasia. Although dietary calcium was not associated to colorectal neoplasia ($p>0.05$), persons with a high total calcium intake (OR=0.60, 95% CI: 0.37-0.95) and those who used calcium supplements (OR=0.61, 95% CI: 0.38-0.99) were less likely to have colorectal neoplasia ($p<0.05$). Similar results were observed in age-adjusted analyses. However, after adjusting for age, gender and educational level, which were significant in the bivariate analysis, the associations between total calcium intake and use of calcium supplements were reduced to marginal significance ($p=0.10$ for total calcium intake and $p=0.088$ for use of calcium supplements). No significant interactions were observed in the models ($p>0.05$).

TABLE 2
Association between calcium intake and colorectal neoplasia (n=312)

	Crude		Age adjusted		Multivariate*	
	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
Total Calcium						
<1180 mg/d	1.00		1.00		1.00	
>1180 mg/d	0.6	(0.37, 0.95)	0.58	(0.37, 0.94)	0.67	(0.41, 1.09)
Dietary Calcium						
<971 mg/d	1.00		1.00		1.00	
>971 mg/d	0.74	(0.47, 1.17)	0.74	(0.47, 1.18)	0.83	(0.51, 1.13)
Supplemental Calcium						
No	1.00		1.00		1.00	
Yes	0.61	(0.38, 0.99)	0.59	(0.36, 0.96)	0.64	(0.39, 1.07)

*Adjusted for age, gender and education

DISCUSSION

In this cross-sectional study, we are the first to show an inverse association between total calcium intake and the use of calcium supplements with colorectal neoplasia in adult Hispanic Puerto Ricans. These associations were significant after adjusting for age, and remained marginally significant after additional adjustment by gender and education. Our results are consistent with several epidemiological studies that have also shown an inverse association between calcium intake and adenomas and colorectal cancer in subjects with or

without colon cancer history (5-10,16-18). The study by Flood et al (5) found a significant reduction in the risk of colon cancer with the highest quintile of calcium intake (831 mg/d) compared to the lowest quintile (412 mg/d) in women (RR 0.74, 95% C.I. 0.56-0.98). Similarly, Kampman et al (16) also found a significant reduction in colon cancer risk with the highest quintile of dietary calcium intake (1700 mg/d in men and 1330 mg/d in women) compared to the lowest quintile (681 mg/d in men and 546 mg/d in women) in predominantly white individuals (RR: 0.7, 95% C.I. 0.5-0.9 in men and RR: 0.6, 95% C.I. 0.4-0.9 in women). Furthermore, Peters et al

(18) also found in predominantly non-Hispanic Whites, that the highest quintile of total calcium intake (>1767 mg/d), reduced the risk of adenoma by 12% compared to those in the lowest quintile (<731 mg/d) (OR: 0.88; 95% CI: 0.76, 1.02; *P* for trend <0.04). In the present study, we show similar results in a group of Hispanics men and women, whereas those consuming the highest calcium intake (=1180 mg/d) had a 42% reduced risk of colorectal neoplasia (age-adjusted OR: 0.58, 95% CI 0.37-0.94). Also, similar to our study, a pooled analysis of 10 cohort studies found that a total calcium intake (>800 mg/d) significantly reduced the risk of colorectal cancer compared to a low calcium intake (500 mg/d) (11). However, this was not found in predominantly white women from the Nurses' Health study (19).

Studies have found that combining calcium intake from dietary sources as well as from supplements reduces even more the risk of colon cancer. Flood et al (5) showed that a high intake of calcium from dietary sources plus calcium from supplements resulted in even further risk reduction (RR = 0.54, 95% CI, 0.37-0.79) compared with low consumption of both sources of calcium. Similarly, Kearney et al (17) also found a lower colon cancer risk with the highest quintile of total calcium intake (age and energy adjusted RR: 0.58, 95% CI, 0.39-0.87) compared to the highest quintile of dietary calcium intake (age and energy adjusted RR: 0.61, 95% CI, 0.40-0.91). In the present study, we found a similar risk reduction of colorectal neoplasia when calcium intakes were pooled from dietary sources and supplements (age-adjusted OR: 0.58, 95% CI 0.37-0.94) compared to dietary sources only (age-adjusted OR 0.74, 95% CI 0.47-1.18).

The beneficial effect of calcium on colorectal cancer has been found to be more effective from calcium rich foods as opposed to calcium from dietary supplements (20). Other investigators have found that both sources reduce the risk of colorectal cancer (5,21). In the present study, the magnitude of the reduction in the age adjusted OR for colorectal neoplasia was greater and statistically significant for the use of calcium supplements compared to calcium intake from foods, which was not significant. Similar findings were reported by Peters et al (18), whereas those using calcium supplements (>1200 mg/d) had a 27% decrease in adenoma risk than for nonusers of supplements (OR: 0.73; 95% CI: 0.56-0.91).

A large body of evidence shows that calcium intake prevents colorectal neoplasia by several potential mechanisms. Calcium could protect against colon cancer by its role in cellular division and the regulation of cellular proliferation and differentiation, apoptosis, angiogenesis, and cell cycle regulation (22) mediated by the Ca-sensing receptor (23). In fact, clinical studies have shown a decrease in cell proliferation, differentiation, and apoptosis in colonic epithelia with calcium consumption (24,25). Low levels of ionized intracellular calcium promote colonic cellular proliferation but high levels have

the opposite effect (26). Calcium intake (and vitamin D intake) increases the level of apoptosis in the colorectal epithelium, most significantly in those with adenomas (27). Alternatively, dietary calcium may also contribute by precipitating cytotoxic surfactants, such as secondary bile acids and fatty acids, in the colonic lumen (28). The insoluble salts of calcium are less toxic to the colonic mucosa. Calcium supplementation studies have found reduced bile acids in bile and feces in patients with resected adenocarcinoma (29), although others have not found this (30).

Studies of migrants indicate that colorectal cancer is especially sensitive to changes in the environment (31). Indeed, the risk of colorectal cancer is higher among first-generation Puerto Rican immigrants in the US compared to their native country (32). One environmental factor that has received much attention in relation to colorectal cancer is diet. Monroe et al (33) showed that Mexico-born subjects had a 7% higher mean calcium intake and a lower rate of colorectal cancer, compared to US born Mexican Americans. Although no studies have assessed the change in calcium intake in Puerto Ricans with adoption of a western diet, studies have shown that more acculturated Puerto Rican elders in the US have lower rice and beans consumption and higher intake of simple sugars (34). In addition, a systematic review of the relationship between acculturation and diet among Latinos in the United States also found that acculturation leads to a decrease in the consumption of fruit, rice, beans, and an increase in the consumption of sugar and sugar-sweetened beverages (35). More research is needed to study the dietary pattern changes associated with the high rates of colorectal cancer in Puerto Ricans living in Puerto Rico and in the United States.

This study had several limitations. The assessment of calcium intake was performed after the colonoscopy (about 1 year later), which may have changed calcium intake in this group and may have lead to alterations in the association if individuals with colorectal neoplasia were informed about the benefits of calcium consumption and/or modified their diet into a "healthier" diet which included calcium-rich products. However, the food questionnaire took into account the consumption of calcium during the preceding months, which should help to standardize acute changes in calcium dietary consumption. Nevertheless, it does not reflect long term calcium intake. Second, the study had a relatively small sample size, a fact that may have limited the power of our study to detect statistical significance in some of the associations evaluated. Nonetheless, we were able to identify statistically significant and marginally significant differences according to total and supplemental calcium consumption. Third, the FFQ was self-reported and sent by mail, which may have also affected the participants' response or understanding on how to complete the FFQ. However, we and others have experience with the use of self-reported calcium food questionnaires and

have shown a strong correlation between self-reported and actual nutrient consumption ($r=0.5-0.9$) (13,36). In addition, vegetable, fruit and fiber consumption were not assessed in the present study, and meta-analyses have shown that they may have a role in preventing against colorectal neoplasia (37,38). One of the strengths of the study is the use of a validated FFQ to estimate calcium intake (13), which has been shown to be a robust instrument to assess long term calcium intake in the population (39). An additional strength of this investigation was the assessment of colorectal neoplasia by colonoscopic evaluation to cecum.

In conclusion, a higher consumption of total calcium intake and the use of calcium supplements may reduce the risk of colorectal neoplasia among Puerto Rican Hispanics. This is of vital importance as colorectal cancer screening have been historically low for US and Puerto Rican Hispanics (38%), hence, dietary nutrients that may reduce the risk of colorectal neoplasia may have a high impact in decreasing the burden of disease among this minority population. Future studies should examine the protective role of dietary calcium as well as other nutrients in calcium rich foods, such as vitamin D on colorectal cancer in a larger sample size. Given the strong evidence of the protective effect of calcium intake on colorectal neoplasia from most epidemiologic, basic, and interventional studies, it is recommended that individuals meet the national recommended levels for calcium intake, which is 1200 mg/d for age groups >50 years.

REFERENCES

1. Kamangar F, Dores GM, Anderson WF Patterns of cancer incidence, mortality, and prevalence across five continents: defining priorities to reduce cancer disparities in different geographic regions of the world. *J Clin Oncol.* 2006; 24:2137-50.
2. Levin B, Lieberman DA, McFarland B, Andrews KS, Brooks D, Bond J et al. Screening and surveillance for the early detection of colorectal cancer and adenomatous polyps, 2008: a joint guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology. *Gastroenterology.* 2008; 134:1570-95.
3. Soto-Salgado M, Suarez E, Calo W, Cruz-Correa M, Figueroa-Valles NR, Ortiz AP Incidence and mortality rates for colorectal cancer in Puerto Rico and among Hispanics, non-Hispanic whites, and non-Hispanic blacks in the United States, 1998-2002. *Cancer.* 2009; 115:3016-23.
4. Jarvinen R, Knekt P, Hakulinen T, Aromaa A Prospective study on milk products, calcium and cancers of the colon and rectum. *Eur J Clin Nutr.* 2001; 55:1000-7.
5. Flood A, Peters U, Chatterjee N, Lacey JV, Jr, Schairer C, Schatzkin A Calcium from diet and supplements is associated with reduced risk of colorectal cancer in a prospective cohort of women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2005; 14:126-32.
6. Larsson SC, Bergkvist L, Rutegard J, Giovannucci E, Wolk A Calcium and dairy food intakes are inversely associated with colorectal cancer risk in the Cohort of Swedish Men. *Am J Clin Nutr.* 2006; 83:667-73.
7. Kato I, Akhmedkhanov A, Koenig K, Toniolo PG, Shore RE, Riboli E Prospective study of diet and female colorectal cancer: the New York University Women's Health Study. *Nutr Cancer.* 1997; 28:276-81.
8. Park SY, Murphy SP, Wilkens LR, Nomura AM, Henderson BE, Kolonel LN Calcium and vitamin D intake and risk of colorectal cancer: the Multiethnic Cohort Study. *Am J Epidemiol.* 2007; 165:784-93.
9. Oh K, Willett WC, Wu K, Fuchs CS, Giovannucci EL Calcium and vitamin D intakes in relation to risk of distal colorectal adenoma in women. *Am J Epidemiol.* 2007; 165:1178-86.
10. Hyman J, Baron JA, Dain BJ, Sandler RS, Haile RW, Mandel JS et al. Dietary and supplemental calcium and the recurrence of colorectal adenomas. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 1998; 7:291-5.
11. Cho E, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Beeson WL, van den Brandt PA, Colditz GA et al. Dairy foods, calcium, and colorectal cancer: a pooled analysis of 10 cohort studies. *J Natl Cancer Inst.* 2004; 96:1015-22.
12. Norat T & Riboli E Dairy products and colorectal cancer. A review of possible mechanisms and epidemiological evidence. *Eur J Clin Nutr.* 2003; 57:1-17.
13. Rios RE, Soltero S, Bertran JJ, Matos MM, Palacios C. Validación de un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos para estimar el consumo de calcio de adultos en Puerto Rico. *PRHSJ.* 2008; 27:282.
14. Hosmer DWaL S. *Applied Logistic Regression.* 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 2000.
15. Institute of Medicine (IOM) *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.* Washington, DC: The National Academy Press, 2011.
16. Kampman E, Slattery ML, Caan B, Potter JD Calcium, vitamin D, sunshine exposure, dairy products and colon cancer risk (United States). *Cancer Causes Control.* 2000; 11:459-66.
17. Kearney J, Giovannucci E, Rimm EB, Ascherio A, Stampfer MJ, Colditz GA et al. Calcium, vitamin D, and dairy foods and the occurrence of colon cancer in men. *Am J Epidemiol.* 1996; 143:907-17.
18. Peters U, Chatterjee N, McGlynn KA, Schoen RE, Church TR, Bresalier RS et al. Calcium intake and colorectal adenoma in a US colorectal cancer early detection program. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80:1358-65.
19. Martinez ME & Willett WC Calcium, vitamin D, and colorectal cancer: a review of the epidemiologic evidence. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 1998; 7:163-8.
20. Hartman TJ, Albert PS, Snyder K, Slattery ML, Caan B, Paskett E et al. The association of calcium and vitamin D with risk of colorectal adenomas. *J Nutr.* 2005; 135:252-9.
21. Huncharek M, Muscat J, Kupelnick B Colorectal cancer risk and dietary intake of calcium, vitamin D, and dairy products: a meta-analysis of 26,335 cases from 60 observational studies. *Nutr Cancer.* 2009; 61:47-69.
22. Lamprecht SA & Lipkin M Cellular mechanisms of calcium and vitamin D in the inhibition of colorectal carcinogenesis. *Ann N Y Acad Sci.* 2001; 952:73-87.

23. Rey O, Young SH, Jacamo R, Moyer MP, Rozengurt E. Extracellular calcium sensing receptor stimulation in human colonic epithelial cells induces intracellular calcium oscillations and proliferation inhibition. *J Cell Physiol.* 2010; 225:73-83.
24. Ahearn TU, McCullough ML, Flanders WD, Long Q, Sidelnikov E, Fedirko V et al. A randomized clinical trial of the effects of supplemental calcium and vitamin D3 on markers of their metabolism in normal mucosa of colorectal adenoma patients. *Cancer Res.* 2010; Nov 17. [Epub ahead of print].
25. Sidelnikov E, Bostick RM, Flanders WD, Long Q, Fedirko V, Shaikat A et al. Effects of calcium and vitamin D on MLH1 and MSH2 expression in rectal mucosa of sporadic colorectal adenoma patients. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2010; 19:1022-32.
26. Boffa LC, Mariani MR, Newmark HLM. Calcium as modulator of nucleosomal histones acetylation in cultured cells. *Proc Am Assoc Cancer Res.* 1989; 30:8.
27. Miller EA, Keku TO, Satia JA, Martin CF, Galanko JA, Sandler RS. Calcium, vitamin D, and apoptosis in the rectal epithelium. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2005; 14:525-8.
28. Govers MJ, Termont DS, Lapre JA, Kleibeuker JH, Vonk RJ, Van der Meer R. Calcium in milk products precipitates intestinal fatty acids and secondary bile acids and thus inhibits colonic cytotoxicity in humans. *Cancer Res.* 1996; 56:3270-5.
29. Lupton JR, Steinbach G, Chang WC, O'Brien BC, Wiese S, Stoltzfus CL et al. Calcium supplementation modifies the relative amounts of bile acids in bile and affects key aspects of human colon physiology. *J Nutr.* 1996; 126:1421-8.
30. Alder RJ, McKeown-Eyssen G, Bright-See E. Randomized trial of the effect of calcium supplementation on fecal risk factors for colorectal cancer. *Am J Epidemiol.* 1993; 138:804-14.
31. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.
32. Pinheiro PS, Sherman RL, Trapido EJ, Fleming LE, Huang Y, Gomez-Marin O et al. Cancer incidence in first generation U.S. Hispanics: Cubans, Mexicans, Puerto Ricans, and new Latinos. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2009; 18:2162-9.
33. Monroe KR, Hankin JH, Pike MC, Henderson BE, Stram DO, Park S et al. Correlation of dietary intake and colorectal cancer incidence among Mexican-American migrants: the multiethnic cohort study. *Nutr Cancer.* 2003; 45:133-47.
34. Bermudez OI, Falcon LM, Tucker KL. Intake and food sources of macronutrients among older Hispanic adults: association with ethnicity, acculturation, and length of residence in the United States. *J Am Diet Assoc.* 2000; 100:665-73.
35. Ayala GX, Baquero B, Klinger S. A systematic review of the relationship between acculturation and diet among Latinos in the United States: implications for future research. *J Am Diet Assoc.* 2008; 108:1330-44.
36. Montomoli M, Gonnelli S, Giacchi M, Mattei R, Cuda C, Rossi S et al. Validation of a food frequency questionnaire for nutritional calcium intake assessment in Italian women. *Eur J Clin Nutr.* 2002; 56:21-30.
37. Park Y, Hunter DJ, Spiegelman D, Bergkvist L, Berrino F, van den Brandt PA et al. Dietary fiber intake and risk of colorectal cancer: a pooled analysis of prospective cohort studies. *JAMA.* 2005; 294:2849-57.
38. Koushik A, Hunter DJ, Spiegelman D, Beeson WL, van den Brandt PA, Buring JE et al. Fruits, vegetables, and colon cancer risk in a pooled analysis of 14 cohort studies. *J Natl Cancer Inst.* 2007; 99:1471-83.
39. Haraldsdottir J & Van Staberen WA. Methods for data collection at an individual level; Food frequency. In: Cameron, M.E.; Van Staberen, W.A. *Manual on Methodology for Food Consumption Studies.* Oxford Medical Publications, 284; 1988.

Recibido: 04-10-2010

Aceptado: 14-12-2010

Iodação do sal e ingestão excessiva de iodo em crianças

Anderson Marliere Navarro, Luciana Abrão Oliveira, Clarissa Janson Costa de Souza Meirelles, Telma Maria Braga Costa

Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo,
Ribeirão Preto -São Paulo. Brasil

RESUMO. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a excreção urinária de iodo e relacionar com a sua quantidade presente no sal de consumo humano. Participaram do estudo 145 crianças de duas escolas: uma de zona rural e outra de urbana. Foram realizadas avaliação antropométrica e coleta de amostra de urina e do sal de cozinha cada uma das crianças voluntárias. Na escola rural, 3,8% das crianças apresentaram deficiência de iodo. Entretanto, a maioria dos valores de iodúria ficou acima de 300µg/L (62,03%) com 59,49% das amostras do sal de cozinha entre 20 e 60mg de iodo por quilo de sal. Para a escola urbana, 3,03% das crianças apresentaram iodúria inferior à 100µg/L, sendo que, 90,91% das crianças apresentaram valores de iodúria superior a 300µg/L. Desse total, 84,85% das amostras do sal de cozinha encontrava-se entre 20 e 60mg de iodo por quilo de sal. A deficiência de iodo na população estudada está controlada, destacando-se agora uma nova realidade de alta prevalência de excesso de iodo urinário.

Palavras chave: Iodúria, sal e crianças.

SUMMARY. Salt iodination and excessive iodine intake among schoolchildren. The objective of the present study was to evaluate the urinary excretion of iodine and relate it to the amount present in salt for human consumption. The study involved 145 children from two schools: a rural one and an urban one. We performed anthropometric measurements and collected a urine sample and a kitchen salt sample from each child. In the rural school, 3.38% of children had iodine deficiency. However, most of the values of urinary iodine were above 300 µg/L (62.03%) and 59.49% of the kitchen salt samples contained 20 to 60 mg iodine per kilo of salt. In the urban school, 3.03% of the children had urinary iodine excretion of less than 100 µg/L and 90.91% of the children had urinary iodine values exceeding 300 µg/L. Of this total, 84.85% of the kitchen salt samples contained 20 to 60 mg iodine per kilo of salt. Iodine deficiency is controlled in this population, with the current reality showing a high prevalence of excess urinary iodine.

Key words: Urinary iodine, salt, children.

INTRODUÇÃO

O iodo é um nutriente essencial, amplamente encontrado na natureza, especialmente na água dos oceanos (1), entretanto, se distribui de forma irregular sobre a superfície terrestre. Sua principal função no corpo humano é a participação na síntese dos hormônios da tiróide. Desta maneira, o iodo tem influência importante no organismo como um todo através de sua participação nos processos metabólicos (2).

Geralmente a ingestão inadequada de iodo está associada à ocorrência de um grupo de situações clínicas denominadas Desordens por Deficiência de Iodo ou, em inglês, Iodine Deficiency Disorders – IDD. A forma de correção dessas carências é a fortificação de alimentos de uso massivo. Atualmente, a estratégia usual para garantir a suficiência de iodo no Brasil é a fortificação do sal de cozinha, já que os alimentos naturais não garantem uma ingestão adequada de iodo.

A forma mais utilizada para verificar e monitorar a adequação da ingestão desse nutriente é a iodúria, pois a sua ingestão de iodo correlaciona-se diretamente com a sua excreção urinária (3). Portanto, a iodúria é um importante marcador para avaliação da suficiência de iodo. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a excreção urinária de iodo e relacionar com a sua quantidade presente no sal de consumo humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de pesquisa e grupo de estudo

O trabalho foi realizado em duas escolas de Botucatu-SP (Rural e Urbana), selecionadas pela facilidade de acesso e consentimento de participação. Foram incluídas crianças e adolescentes, saudáveis, sem diagnóstico de distúrbios renais ou qualquer alteração patológica de ambos os gêneros, com idades entre 6 e 12 anos. Participaram 79 estudantes da escola rural e 66 estudantes de uma escola urbana, totalizando 145 crianças e adolescentes. Para a participação voluntária foram incluídas apenas as crianças que os pais autorizaram depois de assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do HCFMRP - USP e FMRP-USP (processo número 12466/2004).

Avaliação antropométrica

Com o objetivo de caracterizar o estado nutricional das crianças voluntárias foi realizada uma avaliação antropométrica. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo pesquisador, após padronização dos equipamentos e procedimentos a serem utilizados de acordo com as técnicas descritas por Gordon et al (4). As medidas foram realizadas nas próprias escolas, de acordo com a disponibilidade de cada uma delas, e após consentimento anteriormente informado

autorizado pelo responsável do escolar.

As variáveis do estado nutricional utilizadas foram: peso, estatura, idade e sexo. Os indicadores do estado nutricional foram: peso para idade (PI), estatura para idade (E/I) e índice de massa corporal para idade (IMC/I). Os pontos de corte adotados foram os definidos pela WHO (5). Para os cálculos dos valores de escore z, utilizou-se o software Epiinfo, versão 3.2, 2004, segundo os valores de referência do CDC/NCHS (6).

Coleta de amostras de urina e sal de cozinha

Foram coletadas uma amostra casual de urina e uma de sal de cozinha utilizada no domicílio de cada criança voluntária.

Metodologia para avaliação da excreção urinária de iodo

Para a dosagem de iodo na urina foi utilizada a reação Sandell & Kalthoff (7,8), substituindo o ácido clórico por persulfato de amônia (9).

A amostra foi tratada com persulfato de amônia sob condições médias de aquecimento e o iodeto foi determinado pelo seu papel catalítico na redução do íon cérico (Ce^{4+}) para íon cério (Ce^{3+}), acoplada à oxidação do íon arsenioso (As^{3+})

para íon arsênico (As^{5+}). O íon cérico (Ce^{4+}) tem cor amarela, enquanto o íon cério (Ce^{3+}) é incolor. Assim, o curso da reação pode ser seguido pelo desaparecimento da cor amarelada à medida que o íon cérico é reduzido. Mantidos os demais reagentes estáveis, a velocidade do desaparecimento da cor na reação é diretamente proporcional à quantidade de iodo que está catalisando.

Metodologia da análise de iodo no sal de consumo humano

A análise de iodo no sal de consumo humano foi realizada de acordo com a técnica recomendada pelo Ministério da Saúde (10). Em presença de iodeto de potássio (KI) e em meio ácido, o iodato de potássio (KIO_3) reage liberando iodo, que é imediatamente titulado com tiosulfato de sódio, usando-se solução de amido como indicador.

RESULTADOS

Os dados antropométricos estão apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3 sendo separados por escola, faixa etária, sexo, medida antropométrica e valores de escore Z para os diferentes indicadores antropométricos.

TABELA 1
Representação dos valores médios de idade, antropometria e escore Z das crianças de acordo com o sexo

Sexo	Idade (anos)	Z E/I	Z P/I	Z IMC/I	Idade (anos)	Z E/I	Z P/I	Z IMC/I
		Escola rural				Escola urbana		
Feminino	8,90± 1,66	-0,03± 0,825	-0,10± 0,81	0,04± 0,92	10,71± 0,80	-0,16± 1,16	0,00± 1,17	-0,06± 1,05
Masculino	8,30± 1,90	-0,08± 0,91	-0,08± 0,96	-0,06± 1,06	10,65± 0,82	-0,18± 1,14	-0,15± 0,94	-0,13± 1,12

Z E/I = escore Z da estatura para idade Z P/I = escore Z do peso para idade

Z IMC/I = escore Z do índice de massa corporal para idade

TABELA 2
Distribuição de frequência dos dados antropométricos de um grupo de crianças de uma Escola Rural de Botucatu-SP de acordo com o sexo, faixa etária, segundo valores de escore Z para os diferentes indicadores

Idade	Total	E/I		IMC/I					
		Z ≤ -2 n	Z ≥ -2 %	Z ≤ -2 N	Z ≥ -2 %	n	%		
8,90±1,66	33	0	0	33	100	0	0	0	0
8,30±1,90	40	1	2,5	39	97,5	3	7,7	1	2,6

Z E/I = escore Z da estatura para idade

Z IMC/I = escore Z do índice de massa corporal para idade

n= número da amostra

TABELA 3
Distribuição de frequência dos dados antropométricos de um grupo de crianças de uma Escola Urbana de Botucatu-SP de acordo com o sexo, faixa etária, segundo valores de escore Z para os diferentes indicadores

Idade	Total	E/I		IMC/I					
		Z ≤ -2 n	Z ≥ -2 %	Z ≤ -2 N	Z ≥ -2 %	n	%		
10,71±0,80	49	1	2,0	48	98	0	0	1	2
10,65±0,82	39	1	2,60	38	97,4	2	5,1	2	5,1

Z E/I = escore Z da estatura para idade

Z IMC/I = escore Z do índice de massa corporal para idade

n= número da amostra

A Tabela 4 representa a associação entre iodúria e iodo adicionado ao sal de uso doméstico para as crianças que estudavam na Escola Rural.

TABELA 4
Distribuição de frequência e número de amostras da associação entre excreção urinária de iodo e sal de uso doméstico iodado das crianças voluntárias de uma Escola Rural

mg iodo/kg de sal	Iodúria µg/L								Total	
	<100		100-200		200-300		>300		n	%
<20	0,0	0,0	1	1,27	0,0	0,0	2	2,53	3	3,8
20-60	3	3,8	7	8,86	16	20,25	47	59,49	73	92,41
>60	0,0	0,0	1	1,27	2	2,53	0,0	0,0	3	3,8
Total	3	3,8	9	11,39	18	22,78	49	62,03	79	100,0

Pôde ser observado que 3,8% das amostras de iodúria e iodo no sal se encontravam abaixo de 100µg/L e 3,8% entre 20 a 60mg de iodo/kg de sal de cozinha. Para iodúria de 100 a 200µg/L, a porcentagem encontrada foi de 11,39%, sendo que 1,27% apresentou menos de 20mg de iodo/kg de sal, 8,86% entre 20 e 60mg de iodo/kg e 1,27% acima de 60mg/kg. Para as concentrações de 200 a 300µg/L, obteve-se 22,78% do total, sendo que 20,25% com valores de iodo no sal de cozinha entre 20 e 60mg/kg de sal e 2,53% acima de 60mg/kg. A maioria das amostras (62,03%) apresentava iodúria acima de 300µg/L. Do total dessa maioria, 2,53% estavam com valores de iodo no sal de cozinha inferior a 20mg/kg e 59,49% entre 20 e 60mg/kg de sal.

A Tabela 5 representa a associação entre os valores de iodúria e iodo adicionado ao sal de uso doméstico, para as crianças que estudavam na Escola Urbana.

TABELA 5
Distribuição de frequência e número de amostras da associação entre excreção urinária de iodo das amostras domiciliares (basal) e sal de uso doméstico iodado das crianças voluntárias de uma Escola Urbana

mg iodo/kg de sal	Iodúria µg/L								Total	
	<100		100-200		200-300		>300		n	%
<20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	6,06	4	6,06
20-60	2	3,03	0,0	0,0	4	6,06	56	84,85	62	93,94
>60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	2	3,03	0,0	0,0	4	6,06	60	90,91	66	100,0

Foi observado que 3,03% das amostras de iodúria e iodo no sal se encontravam abaixo de 100µg/L e de 20mg de iodo/

kg de sal de cozinha; para iodúria de 100 a 200µg/L não foram encontrados resultados. Para as amostras com concentrações de 200 a 300µg/L, 6,06% apresentou valores entre 20 e 60mg de iodo/kg de sal. A grande maioria das amostras de iodúria, 90,91%, teve concentrações acima de 300µg/L, sendo que 6,06% delas com valores de iodo no sal de cozinha abaixo de 20mg/kg de sal e 84,85% entre 20 e 60mg de iodo/kg.

DISCUSSÃO

Assim como encontrado em outros países em desenvolvimento, como por exemplo mostra Ovelar e colaboradores em estudo realizado em 2006 no Paraguai (11), o Brasil também tem apresentado profundas modificações no perfil nutricional de sua população, fruto de um processo conhecido como transição nutricional (12-14).

Tal situação pôde ser documentada por inquéritos domiciliares nacionais ou regionais realizados entre os períodos de 1975-1997 e outro realizado mais recentemente entre 2002 e 2003, cujos dados evidenciam uma clara tendência de diminuição da desnutrição em todo o país, mas em intensidades diferentes dependendo da região e do estrato social (15).

Em relação a estes dados antropométricos encontrou-se em geral situações diferentes entre as duas escolas (rural e urbana), mas que em conjunto colaboram para estas estatísticas. Para os escolares rurais, considerando o sexo masculino, pôde ser evidenciado uma prevalência de 7,7% de crianças com baixo peso e 2,6% com obesidade. Na escola urbana 5,1% apresentavam baixo peso, 7,1% obesidade. Estes dados comprovam os achados do IBGE (15) onde o baixo peso é maior em zonas rurais em relação às urbanas.

A prevalência de sobrepeso e obesidade vem aumentando também nos países em desenvolvimento, onde as deficiências nutricionais e doenças infecciosas desempenhavam um papel central nesse quadro e, hoje predominam as doenças cardiovasculares e outras doenças crônico-não transmissíveis, em função das mudanças no estilo de vida acompanhadas de alteração na estrutura da dieta e na composição corporal dos indivíduos (15, 14,16). Entre menores de cinco anos, além da tendência declinante de subnutrição, destacam-se prevalências relativamente baixas e estáveis de sobrepeso e obesidade, situando-se em torno de 5% (16). Em contraposição, em crianças de 6 a 10 anos e nos adolescentes pode-se considerar que o sobrepeso é a alteração nutricional em ascensão. De acordo com Wang et al. (17), a prevalência de sobrepeso aumentou de 4,9 para 17,4% entre crianças de 6 a 9 anos e de 3,7 para 12,6% nos jovens entre 10-18 anos nas últimas décadas (18, 5). Resultados semelhantes foram evidenciados nesse estudo que também estão em concordância com os dados do IBGE (15).

Considerando a suficiência ou não de iodo, o quarto

inquérito nacional da excreção urinária de iodo, realizado de Norte a Sul do Brasil, revelou que 86,5% dos escolares apresentavam excreção urinária acima de 300µg/L (19, 20), mostrando que a prevalência de deficiência de iodo e bócio no Brasil se encontram dentro das metas recomendadas pela Organização Mundial da Saúde.

Duarte et al. (21), avaliando o estado nutricional de escolares no estado de São Paulo, encontrou 53% das crianças com excreção urinária de iodo acima de 300 µg/L.

Em nosso trabalho encontramos 62,03% das crianças da escola rural e 90,91% da escola urbana com valores de iodúria acima de 300 µg/L, valores estes acima da média do estado como demonstrado por Duarte (21).

Silva e Munasinghe (22), avaliando excreção urinária de iodo em adolescentes do sexo feminino e gestantes encontrou, respectivamente, uma variação de 51,9 a 1395,6 µg/L e 13,6 a 785,6µg/L e, 56% das adolescentes e 39% das gestantes apresentavam valores superiores a 300 µg/L, sugerindo o risco aumentado principalmente para as adolescentes de hipertireoidismo induzido por iodo e a necessidade de avaliação do programa de fortificação do sal. O sal como veículo de iodo é o principal recurso utilizado no mundo para a erradicação das DDI, devendo ser utilizado de forma adequada e cautelosa (23).

No presente estudo as quantidades de iodo utilizadas na fortificação do sal estava adequada na maioria das amostras não havendo, portanto evidência de adulteração da legislação, que preconizava a adição de 20 a 60 mg de iodo/kg de sal. Estudos recentes tem discutido a necessidade de alteração desta legislação para maior controle da suficiência de iodo, evitando assim sua insuficiência ou excesso (24).

Apesar de encontrarmos vários estudos indicando o excesso de excreção urinária de iodo (25,26,23,27), sua deficiência ainda persiste em várias regiões do mundo (28,23,29,30-34), ou em alguns grupos populacionais como, por exemplo, em vegetarianos e gestantes (35,36).

CONCLUSÃO

Portanto, a prevalência da deficiência de iodo na população estudada encontra-se em conformidade com a estabelecida pela Organização Mundial de Saúde. Destacando-se ainda uma nova realidade de alta prevalência de excesso de iodo urinário.

REFERÊNCIAS

- Menéndez ARO. Deficiencia de yodo y sus implicaciones para la salud del hombre. *Rev Cuba Aliment Nutr.* 1996; 10 (2):122-31.
- Dietary Reference Intakes. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Food and Nutrition Board. 2001; 258-289.
- Knobel M, Medeiros-Neto G. Moléstias associadas à carência crônica de iodo. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2004; 48(1): 53-61.
- Gordon CC, Cameron W, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman, TG, Roche, AF, Martorell, R, editores. *Anthropometric standardization reference manual.* Illinois: Human Kinetics Publishers; 1988. p. 3-8.
- World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva. WHO, 1995; 452p.
- CDC – Centers for Disease Control and Prevention/National Center for Health Statistics. 2000; (314): 28p.
- Sandell EB, Kolthoff IM. Micro determination of iodine by a catalytic method. *Mikrochim Acta.* 1937; 1: 9-25.
- Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD. Two simple methods for measuring iodine in urine. *Thyroid.* 1993; 3(2): 119-23.
- Esteves RZ. Determinação da excreção de urinária de iodo em escolares brasileiros [tese] São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 1997.
- Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição-INAN, Manual de combate aos distúrbios por deficiência de iodo no Brasil. 1996. 31p.
- Ovelar E, Redondo J, Zarza Z, Gonzalez N, Jara J, Pretell E. Elimination of IDD and emerging risk of iodine excess in Paraguay. *IDD Newsletter* 2009; 31(1): 15-16.
- Monteiro CA, Conde WL, Castro IRR. A tendência cambiante da relação entre escolaridade e risco de obesidade no Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2003; 19: S67-75.
- Popkin BM. The nutrition transition and obesity in the developing world. *J. Nutr.* 2001; 131(3) S871-3.
- Popkin BM. The nutrition transition in low-income countries: an emerging crisis. *Nutr Reviews.* 1994; 52(9): 285-98.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF, 2002-2003. Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil. 2006; 140p.
- Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. A tendência secular da obesidade segundo estratos sociais: Nordeste e Sudeste do Brasil, 1975-1989-1997. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 1999; 43: 186-194.
- Wang Y, Monteiro C, Popkin, BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr.* 2002; 75(6): 971-7.
- Anjos LA, Castro IRR, Engstrom EM, Azevedo AMF. Crescimento e estado nutricional em amostra probabilística de escolares no Município do Rio de Janeiro, 1999. *Cad Saúde Pública* 2003; 19: S171-9.
- Rossi AC, Tomimori E, Camargo RY, Medeiros Neto, G. Searching for iodine deficiency disorders in schoolchildren from Brazil: the Thyromobil project. *Thyroid.* 2001; 11(7): 661-3.
- Delange F, Benoist B, Burgi H. Determining median urinary iodine concentration that indicates adequate iodine intake at population level. *Bulletin of the World Health Organization,* Geneva. 2002; 80(8): 633-6.

21. Duarte GC, Tomimori EK, Boriolli RA, Ferreira JE, Catarino RM, Camargo RYA, et al. Avaliação ultra-sonográfica da tireóide e determinação da iodúria em escolares de diferentes Regiões do Estado de São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2004; 48(6): 842-8.
22. Silva KDRR, Munasinghe DL. Urinary iodine concentration of pregnant women and female adolescents as an indicator of excessive iodine intake in Sri Lanka. *Food Nutr Bull.* 2006; 27(1): 12-8.
23. Zimmermann MB. Iodine deficiency. *Thyroid.* 2009; 19(11): 376-408.
24. Medeiros Neto G. Iodine nutrition in Brazil: where do we stand? *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009; 53(4): 470-4.
25. Yang F, Teng W, Shan Z, Guan H, Li Y, Jin Y, et al. Epidemiological survey on the relationship between different iodine intakes and the prevalence of hyperthyroidism. *Eur J Endocrinol.* 2002; 146: 613-8.
26. Seal AJ, Creeke PI, Gnat D, Abdalla F, Mirghani Z. Excess dietary iodine intake in long-term African refugees. *Public Health Nutr.* 2006; 9(1): 35-9.
27. Sultanalieva RB, Mamutova S, Van der Haar F. The current salt iodization strategy in Kyrgyzstan ensures sufficient iodine nutrition among school-age children but not pregnant women. *Public Health Nutr.* 2009; 16:1-8.
28. Zimmerman M. Assessment goitre prevalence. *Lancet.* 2000; 355(9219): 1995-6.
29. Chandra AK, Single LH, Tripathy S, Debnath A, Khanam J. Iodine nutrition status of children in North East India. *Indian J Pediatr.* 2006; 73(9): 795-8.
30. Li M, Eastman CJ, Waite KV, Ma G, Zacharin MR, Topliss DJ, et al. Are Australian children iodine deficiency? Results of the Australian National Iodine Nutrition Study. *Med J Aust.* 2006; 184(4): 165-9.
31. Mazzeo C, Terracciano D, Di Carlo A, Macchia EP, Consiglio E, Macchia V, et al. Iodine status assessment in Campania (Italy) as determined by urinary iodine excretion. *Nutrition.* 2009; 25: 926-929.
32. Gallego ML, Loango N, Londoño AL, Landazuri P. Niveles de excreción urinaria de yodo en escolares del Quindío, 2006-2007. *Revista de Salud Pública* 2009; 11(6):952-960.
33. Caballero L, Cárdenas L, Omaña M, Avendaño T. Excreción urinaria de yodo (yoduria) en escolares de la región andina de Venezuela durante el periodo 2003-2005. *Revista Electrónica de Portales Médicos* 2007;4 pp.
34. Muzzo S, Leiva L, Ramírez I, Carvajal F, Biolley E. Nutrición de yodo en escolares de una zona con alta ingesta de yodo (Calama) comparada con zona de ingesta normal (Punta Arenas). *Rev Chil Nutr* 2005; 32(1): 28-35
35. Remer T, Neubert A, Manz F. Increased risk of iodine deficiency with vegetarian nutrition. *Br J Nutr.* 1999; 81(1): 45-9.
36. Roig BP, Rigual FC, Burillo JMT, Alfaro AM, Rubio GP, Dolz FM. Embarazo y déficit de yodo. Situación actual. *Endocrinología y Nutrición.* 2009; 56(1): 9-12.

Recibido: 09-08-2010

Aceptado: 27-10-2010

Factores que determinan la lactancia materna en niños matriculados en Jardines Infantiles públicas y filantrópicas en São Paulo, Brasil

Pazzis Mestas Zapana, Mariana de Novaes Oliveira, José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei

Disciplina de Nutrologia del Departamento de Pediatría de la Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, Brasil

RESUMEN. Estudio transversal con 270 niños y sus madres, matriculados en ocho jardines infantiles públicas y filantrópicas de la ciudad de São Paulo, Brasil. Cuyo objetivo fue Identificar los factores que determinan la lactancia materna exclusiva (LME) y lactancia materna (LM). Para el análisis estadístico fueron utilizados: Prueba de Mann-Whitney/Wilcoxon (Kruskal-Wallis) y técnicas de análisis de supervivencia (Kaplan Meier y regresión múltiple de Cox). Donde la media de LME fue de $79,1 \pm 55,6$ días, y de LM de $185,3 \pm 174,2$ días. El análisis multivariado determino los siguientes factores de riesgo asociados al abandono precoz de la LME: el uso de chupete (HR = 1,65; IC 95 % = 1,24 - 2,2), internación previa (HR = 1,35; IC 95 % = 1,01 - 1,80) y madre que trabaja fuera del hogar (HR = 1,33; IC 95% = 1,00 - 1,76). Para la LM: uso de chupete (HR = 2,54; IC 95 % = 1,87 - 3,45) y madre que trabaja fuera del hogar (HR = 1,51; IC 95 % = 1,14 - 1,99). Los resultados obtenidos demuestran que es necesario continuar con el incentivo y apoyo a la lactancia materna. Los jardines infantiles pueden y deben aliarse a esa idea ya que pueden colaborar de forma directa con algunos de los factores determinantes de la LM, además de que son lugares apropiados para dar mensajes de educación nutricional y orientaciones para madres y cuidadores por estar en contacto con niños menores de tres años.

Palabras clave: Lactancia materna, jardines infantiles, destete, lactante.

INTRODUCCION

En los últimos 30 años se constató una expansión de la red de atendimento a niños de 0 a 6 años en Brasil. Varias son las causas de esa expansión y dentro de ellas, está el aumento de la participación de las mujeres en el mercado de trabajo, que se convirtió en necesidad y no en opción con el objetivo de contribuir con la renta familiar. Otro motivo frecuente, son el número de madres en situación de exclusión social que acuden a guarderías de jardines infantiles como una alternativa

Financiamento: Este trabajo es parte del proyecto CrechEficiente financiado por la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) - Proceso n° 2006/02597-0.

SUMMARY. Factors determining the breastfeeding in children attending public and not-for-profit daycare centers in São Paulo, Brazil. Cross-sectional study with 270 children and their mothers in eight public and philanthropic daycare centers in the city of São Paulo, Brazil. The objective is to identify the determinants of exclusive breastfeeding (EBF) and breastfeeding (BF). The Mann-Whitney/Wilcoxon test and survival analysis; Kaplan Meier curves and Cox multiple regression models were used for statistical analyses. The median of exclusive breastfeeding duration was 79.1 ± 55.6 days and breastfeeding was 185.3 ± 174.2 days. In multivariate analysis, the following risk factors of early weaning for exclusive breastfeeding were identified: pacifier use (HR = 1.65, 95% CI = 1.24 to 2.2); previous hospital admission (HR = 1.35, 95% CI = 1.01 to 1.80); mother working outside home (HR = 1.33, 95% CI = 1.00 to 1.76). For breastfeeding were identified: pacifier use (HR = 2.54, 95% CI = 1.87 to 3.45) and mother who works outside the home (HR = 1.51, 95% CI = 1.14 - 1.99). The results show that it is necessary to continue to promote and support breastfeeding, mainly the exclusive breastfeeding until six months of age. The daycare centers should incorporate this idea, once they may have direct control over some of the early weaning determinants, and are also good places to deliver messages and guidance on nutrition education to mothers and caregivers in contact with children under three years old.

Key words: Exclusive breastfeeding, daycare centers, weaning, infant.

de ofrecer mejores condiciones para el crecimiento y desenvolvimiento de sus hijos (1).

La leche materna posee características bioquímicas ideales y sustancias que ayudan en la digestión para el crecimiento y desarrollo del niño (2). Varios estudios realizados en Brasil y en el mundo demuestran que la lactancia materna ayuda en la prevención de la desnutrición, obesidad, así como de enfermedades infecciosas como la diarrea e infecciones respiratorias, que son algunas causas principales de la mortalidad infantil (3-6). Además, la lactancia materna representa menor gasto en el presupuesto familiar (7).

Gracias a numerosos factores existentes en la leche materna ocurren menos muertes entre los niños amamantados. Se estima que la lactancia materna podría evitar 13% de muertes, por causas prevenibles en niños menores de 5 años en todo el mundo (8).

Dentro de los beneficios de la Lactancia Materna (LM), podemos mencionar que los lactantes amamantados con pecho presentaron una puntuación significativamente mayor para el desarrollo cognoscitivo comparados con niños alimentados con fórmula (9). La misma permite también comunicación inmunológica entre madre e hijo por medio de hormonas, factores de crecimiento y citocinas. Además, los nucleótidos, glutamina e lactoferrina presentes en la leche materna influyen en el desenvolvimiento gastrointestinal y la defensa del organismo (10).

En Brasil la práctica de la LM presentó tendencia decreciente desde la década del 40 hasta la década del 70. Ese proceso de reducción empezó a ser atenuado en los años 80, cuando se dieron inicio a los programas de incentivo a la lactancia materna exclusiva. Estudio nacional realizado sobre frecuencia de la LM, mostró tendencias en forma ascendente de la LM en Brasil entre 1974 y 1989, con un aumento de la duración de 2,5 para 5,5 meses. Esa tendencia fue verificada principalmente en áreas urbanas, en la región Centro Sur del País y entre mujeres con mayor renta y escolaridad (11).

Resultados de investigaciones recientes realizados en Brasil muestran un aumento significativo de lactancia materna en las últimas décadas (12). Sin embargo su práctica está influenciada por varios factores, incluidos los socioeconómicos y demográficos, como edad, escolaridad materna y el trabajo de la madre fuera del hogar. Prácticas culturales, como la percepción materna sobre el acto de amamantar y sus dificultades, la introducción de líquidos no nutritivos y el uso del chupete. Estos y otros factores, como las directrices sobre la atención prenatal, la conducta del hospital y el apoyo después del parto, acaban determinando la duración de la lactancia materna (13,14).

En este contexto, el objetivo de este estudio fue identificar los factores determinantes de la lactancia materna exclusiva y lactancia materna de niños matriculados en guarderías de jardines infantiles públicas y filantrópicas de la ciudad de São Paulo, Brasil.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio de tipo transversal, fue realizado de mayo a junio del 2007, y es parte integrante del proyecto "Creche eficiente" Impacto de la formación de educadores de jardines públicas/filantrópicas en las prácticas higiénico – dietéticas y en la salud/nutrición de los lactantes" cuyo objetivo fue capacitar, mejorar y actualizar a los educadores de jardines infantiles referente a los cuidados de salud y nutrición proporcionados a los lactantes y evaluar la adquisición de conocimientos sobre las actividades desarrolladas por los educadores (15).

El trabajo fue realizado en jardines infantiles en la coordinación del barrio Santo Amaro de la ciudad de São

Paulo. Inicialmente fueron contactados 36 jardines infantiles: 16 directas (local y empleados contratados por el municipio) y 20 indirectas (local del municipio y empleados contratados por la institución filantrópica que administra el jardín infantil), de las cuales, después de contacto telefónico 16 jardines infantiles fueron visitados por el equipo. Las instituciones fueron clasificadas según la metodología de selección propuesta por Beghin (16), teniendo en cuenta como criterios de prioridad: el mayor número de educadores y niños en las guarderías infantiles, seguridad para ejecución de la investigación, facilidad y acceso a la institución. A partir de esta metodología fueron seleccionados, cuatro jardines infantiles públicos y cuatro filantrópicas.

La población total de este estudio fue de 270 niños de ambos sexos, con edades entre 4 y 29 meses, que asistían regularmente a guarderías de los jardines infantiles seleccionados y que tenían autorización de los padres o responsables que aceptaron participar del estudio, firmando el formulario de consentimiento informado.

No participaron en este estudio niños con enfermedades crónicas (dos con Síndrome de Down, dos con Parálisis Infantil y uno con Síndrome Genético no resuelto), dos niños cuyos padres o responsables se negaron a firmar el formulario de consentimiento informado y tres que no estuvieron presentes el día de colecta de datos.

Para la colecta de datos fue elaborado un cuestionario estructurado y pre codificado compuesto por preguntas abiertas y cerradas, incluyendo variables demográficas, clínicas, epidemiológicas, socioeconómicas y ambientales. La introducción de alimentos y lactancia materna fueron evaluados a partir de 12 preguntas colectadas por medio del cuestionario aplicado. Para cada uno de los alimentos analizados fue registrada la edad de introducción en meses. Teniendo en cuenta la uniformidad de los procedimientos de campo por parte de los entrevistadores, fue creado un manual con normas y conceptos para el llenado del cuestionario.

La recopilación de datos fue realizada en los jardines infantiles a través de entrevistas con las madres o responsables por los niños, para la extracción de sangre por pinchazo en el dedo para medir los niveles de hemoglobina de los niños fue utilizado un hemoglobímetro portátil de marca HemoCue\B Hemoglobín Photometer, que es comparable a técnicas patrón de laboratorio para medida del nivel de hemoglobina (17). Se considero como anemia la concentración de hemoglobina inferior a 11 g/dl.

Todos los procedimientos fueron estandarizados y probados en el pré teste del proyecto por el equipo de campo, compuesto por pediatra y nutricionistas de post grado de la Universidad Federal de São Paulo (UNIFESP).

Conforme recomendación de la Organización Mundial de Salud para LME fueron considerados niños que recibían solamente leche materna y no recibían ningún otro alimento

líquido o sólido y para LM cuando recibían leche materna directamente del seno o extraído, independiente de estar recibiendo cualquier alimento líquido, incluido leche no humano (18).

Después de la recolección, los datos fueron introducidos en doble digitación y luego validados en el programa Epi-Info 2000 (19).

Análisis estadístico

Fueron realizados inicialmente análisis descriptivas univariadas, con cálculo de proporciones de las variables categóricas utilizándose la prueba de Mann-Whitney/Wilcoxon (Kruskal-Wallis) para variables relacionadas al tiempo de LME y LM.

Para describir la duración de la LME y LM, fue realizado análisis de supervivencia: método de tabla de vida o Kaplan-Meier (20). Con el fin de evaluar cual de las variables independientes estarían asociados con la duración de la LME y LM, fue empleado la prueba log-Rank (21), para calcular la significancia estadística en el análisis bivariado. Para el análisis multivariado de las variables asociadas con la duración de LME, LM (prueba de Log Rank, $p < 0,20$), se utilizó el modelo de riesgos proporcionales de Cox (22), ya que este modelo permite ver la influencia de predictores en la respuesta (23). Se adoptaron criterios de $p < 0,05$ para la decisión de significancia. El análisis multivariado fue retirándose cada variable paso a paso, con base en un conjunto inicial de variables. En cada paso, era retirada una variable que presentaba p descriptivo 0,05 para indicar una asociación estadísticamente significativa, siendo ese el criterio utilizado para la permanencia del modelo final.

Siempre que el total para alguna variable sea inferior a 270, se debe a la ausencia de información para esta variable. El presente proyecto fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp).

RESULTADOS

En el presente estudio la duración media de la LME fue de $79,1 \pm 55,6$ días y de LM fue de $185,3g \pm 174,2$ días. La Tabla 1 demuestra la prevalencia y la prueba t (Kruskal-Wallis) para variables relacionadas al tiempo de LME y LM de lactantes matriculados en jardines públicos y filantrópicas del municipio de São Paulo Brasil.

Características socioeconómicas demográficas y familiares

Del total de niños estudiados 53,0% eran de sexo masculino y 44,8% menores de 18 meses. La edad de las madres vario de 15 a 47 años de las cuales 9,3% fueron menores de 20 años, 36,4% estudiaron menos de ocho años, 46,3% de las madres trabajaban fuera del hogar y 53,6% tenía como ingreso una

renta per cápita menor a medio salario mínimo.

Condiciones de gestación y parto

Se observa que un 98,1% de las madres realizaron consulta prenatal, 37,4% de los partos fueron por cesárea y 60% no tuvo embarazo deseado.

Salud e institución

36,3% de los niños fueron internados al menos una vez hasta el momento de la colecta de datos y 48% del total de los niños fueron matriculados en los Jardines Infantiles con menos de 10 meses de edad.

Nutrición

Del total de lactantes 55,6% usaba chupete con mediana de introducción de 1 mes, 74,8% inicio a usar mamadera con menos de 6 meses de edad y el motivo más común referido por las madres fue el trabajo fuera del hogar, 61,5% ya recibía otro tipo de leche con menos de 6 meses de edad (los más usados fueron leche en polvo y leche de vaca). Por otro lado se observo que los alimentos introducidos con mayor frecuencia antes de completar los seis meses de edad fueron: agua 81,3%, infusión 70,8%, azúcar 49,6% y espesante 27,1%.

La Figura 1 muestra resultados de la duración de la LME, donde niños con madres que trabajaban fuera del hogar, usaban chupete, habían sido internados previamente y la edad de la madre menor a 20 años, tuvieron mayor probabilidad de ser desmamados antes de los 6 meses de vida. La tabla que compone esta figura presenta los riesgos relativos con respectivos intervalos de confianza de 95%, indicando que de las cuatro variables independientes incluidas en el modelo, con excepción de la edad materna, alcanzaron significancia estadística con valores de riesgo entre 1,33 para hijos de madres que trabajaban fuera del hogar y 1,65 para uso de chupete.

La Figura 2 muestra que en LM para niños con madres que trabajaban fuera del hogar, usaban chupete y mamadera, presentaron curvas de supervivencia indicativas de menor duración del tiempo de lactancia materna. La tabla que compone esta figura presenta los riesgos relativos con respectivos intervalos de confianza de 95%, indicando que de las tres variables independientes incluidas en el modelo, con excepción de uso de mamadera alcanzaron significancia estadística con valores de riesgo entre 1,51 para hijos de madres que trabajaban fuera del hogar y 2,51 para niños que usaban chupete.

TABLA 1

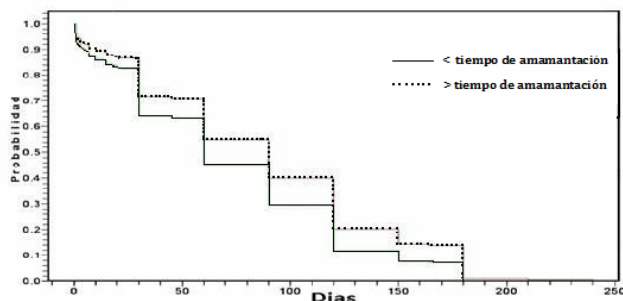
Prevalencia y prueba t (Kruskal-Wallis) para variables relacionadas al tiempo de lactancia materna exclusiva (LME) y lactancia materna (LM) en lactantes que asisten a jardines infantiles públicas y filantrópicas del municipio de São Paulo

Variables	N (%)	Prueba t Mann Witney/Wilcoxon (Kruskal-wallis)				
		LME		LM		
		X (±DP)	p	X (±DP)	P	
Edad del niño (< 18 meses)	Si	121 (44,8)	78,5 (57,7)	0,655	212,3 (153,1)	0,073
	No	149 (55,2)	75,4 (55,2)		293,8 (255,5)	
Sexo	Femenino	127 (47,0)	79,8 (57,5)	0,484	272,9 (224,9)	0,277
	Masculino	143 (53,0)	74,2 (55,1)		243,4 (213,7)	
Edad de la madre (<20 años)	Si	25 (9,3)	53,4 (50,9)	0,020*	176,2 (169,4)	0,039*
	No	245 (90,7)	79,2 (56,3)		265,6 (222,2)	
Escolaridad de la madre (< 8 años)	Si	98 (36,4)	77,5 (60,4)	0,830	253,0 (205,6)	0,909
	No	171 (63,6)	76,6 (54,1)		260,9 (227,2)	
Madre que trabaja fuera del hogar	Si	125 (46,3)	87,9 (52,6)	0,000*	299,7 (208,4)	0,000*
	No	145 (53,7)	67,3 (57,6)		220,8 (222,3)	
Renda per cápita < medio salario mínimo	Si	143 (53,6)	68,4 (51,8)	0,016*	247,4 (217,2)	0,219
	No	124 (4,4)	86,6 (60,0)		272,6 (222,7)	
Nº de hermanos (>1)	Si	111 (41,1)	76,8 (56,3)	0,988	252,4 (223,6)	0,458
	No	159 (58,9)	76,9 (56,4)		260,7 (216,6)	
Prenatal	Si	265 (98,1)	77,2 (56,3)	0,317	259,1 (218,5)	0,109
	No	5 (1,9)	55,8 (55,6)		163,8 (262,4)	
Tipo de parto (Cesárea)	Si	101 (37,4)	76,7 (56,8)	0,953	264,6 (218,1)	0,470
	No	169 (62,6)	76,8 (56,3)		252,9 (220,3)	
Peso del niño al nacer (< 2,500g)	Si	31 (11,5)	77,0 (64,0)	0,724	257,3 (223,8)	0,946
	No	239 (88,5)	76,8 (55,3)		257,3 (219,0)	
Embarazo deseado	Si	108 (40,0)	80,1 (58,3)	0,491	273,3 (240,7)	0,565
	No	162 (60,0)	74,6 (55,0)		246,6 (203,6)	
Internación previa	Si	98 (36,3)	65,8 (51,9)	0,020*	218,9 (209,3)	0,017*
	No	172 (63,7)	83,1 (57,9)		279,1 (222,2)	
Anemia	Si	100 (37,0)	71,2 (55,6)	0,190	252,8 (208,1)	0,784
	No	170 (63,0)	80,1 (56,6)		259,9 (226,0)	
Edad de matrícula (< 10 meses)	Si	129 (48,0)	73,5 (57,2)	0,240	224,5 (199,1)	0,029*
	No	140 (52,0)	80,3 (55,4)		288,5 (233,1)	
Uso de mamadera	Si	242 (89,6)	75,0 (55,0)	0,190	238,6 (206,9)	0,000*
	No	28 (10,4)	92,7 (65,0)		418,9 (257,5)	
Uso de Chupete	Si	150 (55,6)	70,0 (54,5)	0,031*	167,6 (150,2)	0,000*
	No	120 (44,4)	85,3 (57,6)		369,4 (239,8)	
Inicio mamadera (< 6 meses)	Si	202 (74,8)	65,6 (50,7)	0,000*	197,9 (185,7)	0,000*
	No	68 (25,2)	109,8 (59,7)		433,7 (217,1)	
Edad que recibió otro tipo de leche (< 6 meses)	Si	166 (61,5)	51,3 (39,8)	0,000*	179,5 (190,3)	0,000*
	No	104 (38,5)	117,4 (51,1)		381,5 (205,1)	
Introducción de agua (< 6 meses)	Si	217 (81,3)	61,4 (42,6)	0,000*	238,5 (216,9)	0,000*
	No	50 (18,7)	145,7 (57,5)		349,5 (209,6)	
Introducción de mate (< 6 meses)	Si	189 (70,8)	58,1 (41,6)	0,000*	231,3 (206,8)	0,001*
	No	78 (29,2)	122,5 (61,6)		325,5 (236,5)	
Introducción de azúcar (< 6 meses)	Si	134 (49,6)	52,2 (37,7)	0,000*	224,2 (219,9)	0,001*
	No	136 (50,4)	101,0 (61,1)		289,9 (214,3)	
Introducción de espesante (< 6 meses)	Si	73 (27,1)	46,9 (39,7)	0,000*	152,4 (165,1)	0,000*
	No	196 (72,9)	88,3 (57,4)		297,7 (223,8)	
Introducción de la alimentación familiar (< 9 meses)	Si	72 (27,0)	59,5 (47,3)	0,003*	219,6 (173,4)	0,298
	No	195 (73,0)	83,4 (58,3)		270,2 (233,7)	

*p < 0.05

FIGURA 1

Curva de supervivencia de Lactancia Materna Exclusiva, estimada por el modelo de Cox para los factores: madre que trabaja fuera del hogar; uso de chupete; internación previa y edad de la madre (<20 años)



Valores de riesgo relativo (HR) e intervalos de confianza (IC) para el desmame hasta los 06 meses de vida, de niños matriculados en guarderías de jardines infantiles públicas e filantrópicas del municipio de São Paulo (n=270).

Variable	Cox Proportional Hazard		
	Función de riesgo	95% IC	P
Madres que trabajan fuera del hogar	1,33	1,00-1,76	0,044*
Uso de chupete	1,65	1,24-2,2	0,000*
Internación previa	1,35	1,01-1,80	0,040*
Edad de madres (<20 años)	1,45	0,91-2,33	0,118

*p<0.05

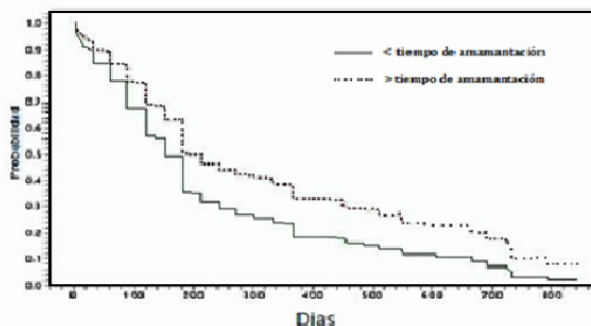
DISCUSION

En el presente estudio la duración media de lactancia materna exclusiva fue de $79,1 \pm 55,6$ días, y de lactancia materna de $185,3 \pm 174,2$ días. Resultado inferior a estudios que sugieren que la duración de la amamantación en la especie humana sea en media de dos a tres años, edad en que acostumbra ocurrir el desmame naturalmente (24-26).

Ocurrieron avances importantes en la promoción de la Lactancia Materna en Brasil en los últimos años. Un estudio demuestra que para LME en las Capitales Brasileñas y Distrito Federal en el periodo de 1999 al 2008, la duración mediana aumento un mes, pasando de 23,4 días (22,1 - 24,7) para 54,1 días (50,3 - 57,7) (12). En relación a la LM, la duración mediana aumentó un mes y medio pasando de 295,9 días (289,3 - 302,7), en 1999, para 341,6 días (331,8 - 352,4) en el 2008 (12). Sin embargo así como los resultados de ese estudio semejantes a los de este trabajo encontramos que, aún estamos lejos de alcanzar lo recomendado por la Organización Mundial de Salud y Ministerio de Salud (27).

FIGURA 2

Curva de supervivencia de Lactancia Materna, estimada por el modelo de Cox para los factores: madre que trabaja fuera del hogar; uso de chupete; uso de mamadera



Valores de riesgo relativo (HR) e intervalos de confianza (IC) para el desmame hasta los 24 meses de vida, de niños matriculados en guarderías de jardines infantiles públicas y filantrópicas del municipio de São Paulo (n = 270).

Variable	Cox Proportional Hazard		
	Función de riesgo	95% IC	P
Madres que trabajan fuera del hogar	1,51	1,14-1,99	0,003*
Uso de chupete	2,51	1,85-3,40	0,000*
Uso de mamadera	1,61	0,96-2,70	0,066*

*p<0.05

Características socioeconómicas, demográficas y familiares

Madres adolescentes con edad menor a 20 años fue asociado a menor duración de la LME. Nuestros resultados son similares con estudio que muestra que la duración de la lactancia es menor en madres más jóvenes (28).

Para las madres que participaron de este estudio, el haber tenido exposición a factores laborales fuera del hogar tuvo repercusión negativa para la LME y LM. Así como este trabajo varios estudios demuestran que un factor importante para el abandono temprano de la LM es la separación de su hijo por largos periodos relacionados con su jornada de trabajo (29,30).

Es posible levantar la hipótesis de que esto ocurra en la población estudiada, probablemente porque las madres inician el proceso de abandono de la LM al preparar a sus hijos para el ingreso en los jardines infantiles. En ese sentido Barbosa et al. (7), durante la colecta de datos en jardines infantiles estudiados en São Paulo, observó que los jardines públicos en su mayoría no tienen estructura suficiente para incentivar la amamantación, como una sala disponible para que la madre pueda amamantar y no esta actualizada con las nuevas recomendaciones de la lactancia materna.

Condiciones de gestación, parto y nacimiento

En el análisis bivariado, el 98,1% de las madres realizaron consultas prenatales, hubo mayor influencia en el desmame precoz en hijos de madres que no frecuentaban servicios de prenatal mostrando que el acompañamiento en el prenatal es una excelente oportunidad para motivar a las mujeres a amamantar. Algunos estudios demuestran que la decisión sobre la duración de ésta es tomada por la madre durante el embarazo (31).

En la literatura existen diferencias en relación a la influencia del prenatal en la duración de la amamantación. Granzoto et al. (32) identificaron el prenatal como una variable eficiente en la prevención de la ocurrencia del abandono precoz de la LM, en cuanto en otros trabajos apuntan que el grado de conocimiento adquirido por la madre durante la gestación no está relacionado al suceso de la amamantación y a la duración de la lactancia materna (33,34).

Salud e institución

La literatura muestra que, niños que asisten a guarderías infantiles tienen mayor probabilidad de presentar infecciones respiratorias, gastrointestinales y cutáneas debido a la inmadurez inmunológica como también al ambiente colectivo que proporcionan grande circulación y transmisión de agentes patogénicos (35). Encontramos que 36,3% de los niños, habían sido internados en el Hospital por lo menos una vez hasta el momento de la colecta de datos siendo ese un factor de riesgo asociado al destete precoz para la lactancia materna exclusiva.

Por otro lado, 48 % del total de niños estudiados fueron matriculados con menos de 10 meses de edad mostrando también que esos niños son los que mamaron menos tiempo y dejaron de ser amamantados precozmente. El hecho de que el niño este matriculado en la guardería infantil está asociado con la madre menos propensa a amamantar hasta los 6 ó 12 meses de edad (36).

En el presente estudio, el uso de chupete demostró ser un factor de riesgo para el destete precoz de 1,65 veces para LME y de 2,54 veces para LM. Esto ratifica lo que viene siendo descrito en la literatura: la instalación de hábitos orales está frecuentemente asociado al destete precoz, sea en calidad de determinante o como indicador de dificultades para mantener la amamantación natural (28,37,38).

Los chupetes son ampliamente utilizados en varios países, constituyendo un importante hábito cultural en nuestro medio. Se usan a menudo para calmar al bebe y no proporcionan alimento su uso puede llevar a menos frecuencia de amamantar. Por lo tanto la estimulación de la mama y la retirada de leche materna puede ser reducida, llevando así a una menor producción de leche, cuya consecuencia lleva al abandono de la LM (39).

Su uso está muy difundido entre las madres brasileras, según una encuesta realizada en las capitales del Brasil que

muestran prevalencia de uso en menores de 12 meses de 42,6% en el 2008 (12).

Por otro lado. Desde mediados del siglo pasado, varios estudios demuestran que la alimentación con mamadera interfiere en la función de masticar, succión y degustación, pudiendo alterar la musculatura de órganos fono articulatorios y la oclusión dental (40,41). Considerada también como una importante fuente de contaminación para los niños y uno de los factores de riesgo para la aparición de otitis (42).

Cuando se introduce precozmente, se cree que la mamadera puede causar “confusión del pezón”, debido a las diferencias entre la succión del pecho y el pezón artificial (43). En este estudio en el análisis bivariado la mamadera se muestra como un factor determinante de la LM. Esos resultados demuestran la necesidad de dar mayores informaciones a la población sobre sus efectos.

Nutrición

El período de alimentación complementaria se caracteriza por mayor prevalencia de enfermedades diarreicas, pues el lactante deja de recibir alimentación nutricional y microbiológicamente adecuada para recibir alimentos muchas veces insuficientes, contaminados, conteniendo alérgenos o preparados de manera inadecuada. En poblaciones pobres el riesgo de diarrea es de 2 a 3 veces mayor, cuando son ofrecidos alimentos complementarios entre 4 y 6 meses, si esos niños estuviesen recibiendo aún lactancia materna exclusiva (44).

Al contrario de los resultados encontrados en este estudio el agua, infusión y principalmente otros tipos de leche deben ser evitados, pues existen evidencias de que su uso está asociado con el abandono precoz de la LM y aumento de la morbimortalidad infantil. Para Simon et al. (45) aún ocurre la desinformación de la población a respecto de la introducción de agua e infusión en la dieta de los niños.

Al mismo tiempo, según la investigación realizada por el Ministerio de Salud (12), constató la introducción precoz de agua, infusiones y otros tipos de leche con 13,8%, 15,3% y 17,8% respectivamente ya en el primer mes de vida.

En este estudio se observa también que 61,5% con menos de 6 meses de edad ya recibían otro tipo de leche los más usados fueron leche en polvo y leche de vaca. El motivo más expuesto por las madres de introducir otro tipo de leche en la alimentación de sus hijos fue trabajo fuera del hogar. Sustentado en un estudio realizado en escuelas particulares del municipio de São Paulo, donde fue observado que la introducción de leche no materna fue tardía cuando la madre no trabajaba fuera del hogar, lo que demuestra que madres que se quedan con el niño en el hogar tienen mayor disponibilidad para amamantar. Simon et al. (45).

La época cuando fue aplicada el cuestionario sobre LM y su duración, podría ser una limitación de este trabajo por ser de recordatorio y en una determinada población, sin embargo

la discusión de estos resultados son relevantes por retratar la realidad de una muestra de niños que están en guarderías infantiles y no en casa con sus madres, este grupo de niños como se indica en la introducción va aumentando significativamente en los últimos años.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que es necesario continuar con el incentivo y apoyo a la lactancia materna. Los Jardines Infantiles pueden y deben aliarse a esa idea pues pueden colaborar de forma directa con algunos de los factores determinantes de la lactancia materna, además de que son lugares apropiados para dar mensajes de educación nutricional y orientaciones para madres y cuidadores ya que tienen contacto con niños menores de 3 años.

AGRADECIMIENTOS

A los niños y madres participantes de este estudio. A la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) - Proceso nº 2006/02597-0.

A la Coordinación de Perfeccionamiento de Personas de Nivel Superior (CAPES) por la beca de estudios a nivel de pos-grado, como también al grupo de investigación de la Disciplina de Nutrología de la Universidade Federal de São Paulo / Brasil.

REFERENCIAS

- Pacheco AL, Dupret L. Crèches: Développement ou survivance?. *Psicologia USP* 2004; 15(3):103-16.
- World Health Organization. Report of the expert consultation on the optimal duration of exclusive breastfeeding, 28-30 March 2001. Geneva:WHO; 2002.
- Escuder MML, Venâncio SY, Pereira JCR. Estimativa de impacto da amamentação sobre a mortalidade infantil. *Rev Saúde Publica* 2003; 37(3):319-25.
- Mihrshahi S, Ichikawa N, Shuaib M, Oddy W, Ampon R, Dibley MJ, et al. Prevalence of exclusive breastfeeding in Bangladesh and its association with diarrhea and acute respiratory infection: results of the multiple indicator cluster survey 2003. *J Health Popul Nutr* 2007; 25(2):195-204.
- Kries RV, Koletzko B, Sauerwald T, Mutius EV, Barnert D, Grunert V et al. Breast feeding and obesity: cross-sectional study. *BMJ* 2007; 319(7203):147-50.
- Castro-Rodriguez JA, Mallol J, Rodrigues J, Auger F, Andrade R. Risk factors for x-ray pneumonia in the first year of life and its relation to Wheezing: a longitudinal study in a socioeconomic disadvantaged population. *Allergol Immunopathol* 2008; 36(1):3-8.
- Barbosa BM, Palma D, Domene SMA, Taddei JAAC, Lopez FA. Fatores de risco associados ao desmame precoce e ao período de desmame em lactentes matriculados em creches. *Rev Paul Pediatr* 2009; 27(3):272-81.
- Jones G, Steketee RW, Black RE, Bhutta ZA, Morris SS, and the Bellagio Child Survival Study Group. How many child deaths can we prevent this year? *Lancet* 2003; 362(9377):65-71.
- Anderson JW, Johnstone BM, Remley DT. Breast-feeding and cognitive development: a metaanalysis. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:433-4.
- Bernt KM, Walker WA. Human milk as a carrier of biochemical messages. *Acta Pediatr Suppl* 1999; 88:27-41.
- Venâncio SI, Monteiro CAA. Evolução da prática da amamentação nas décadas de 70 e 80. *Rev Bras Epidemiol* 1998; 1(1):40-9.
- Ministério da Saúde. Prevalência de aleitamento materno nas capitais brasileiras e no Distrito Federal - II Pesquisa. Brasília, DF:MS; 2009.
- Amador M, Hermelo MP, Canetti JE, Consuegra E. Adolescent mothers: do they breast-feed less?. *Acta Paediatr Hung* 1992;32(3):269-85.
- Venâncio SI, Escuder MML, Kitoko P, Rea MF, Monteiro CA. Frequência e determinantes do aleitamento materno em municípios do estado de São Paulo. *Rev Saude Publica* 2002; 36(3):313-8.
- Konstantyner T, Taddei JAAC, Oliveira MN, Palma D, Colugnati FA. Isolated and combined risk for anemia in children attending the nurseries of daycare centers. *J Pediatr (Rio J)* 2009; 85(3):209-16.
- Beghin I, Cap M, Dujardin B. A guide to nutritional assessment. Geneva, Switzerland: WHO, 1988.
- Rosemblit J, Abreu CR, Sztlerling LN, Kutner JM, Hamerschak N, Frutuoso P, et al. Evaluation of three methods for hemoglobin measurement in blood donor setting. *Rev Paul Med* 1999; 117(3):108-12.
- World Health Organization. Indicator for assessing breastfeeding practices, Geneva: WHO; 1992.
- Dean AG, Amer TG, Sangam S, Sunki GG, Friedman R, Lantinga M, et al. Epi info 2000: a database and statistics program for public health professionals for use on Windows 95, 98, NT, and 2000 computers. Atlanta, GA: Centers for disease Control and Prevention; 2000.
- Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc* 1958; 53(282):457-81.
- Mantel N. Evaluation of survival data and two newrank order statistics arising in its consideration. *Cancer Chemother Rep* 1966; 6:163-8.
- Cox DR. Regression models and life-tables. *J R Stat Soc Series B Stat Methodol* 1972; 34(2):187-202.
- Taucher E. Análisis de supervivencia. In: Taucher E. *Bioestadística*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria; 1999. p. 257-266.
- Kennedy GE. From the ape's dilemma to the weaning's dilemma: early weaning and its evolutionary context. *J Hum Evol* 2005; 48:123-45.
- World Health Organization/Unicef. Innocenti Declaration on the protection, promotion and support of breastfeeding. *Ecol Food Nutr* 1991;26:271-3.
- World Health Organization. The optimal duration of exclusive

- breastfeeding: a systematic review. Geneva:WHO; 2001.
27. Organização Mundial da Saúde. Evidências científicas dos dez passos para o sucesso no aleitamento materno. Brasília, DF:OPAS; 2001.
 28. França MCT, Giugliani ERJ, Oliveira LD, Weigert EML, Santo LCE, Köhler CV et al. Uso de mamadeira no primeiro mês de vida: determinantes e influência na técnica de amamentação. *Rev Saúde Pública* 2008; 42(4):607-14.
 29. Baptista GH, Andrade AHKG, Giolo SR. Fatores associados à duração do aleitamento materno em crianças de famílias de baixa renda da região sul da cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. *Cad Saude Pública* 2009; 25(3):596-604.
 30. Franco SC, Nascimento MBR, Reis MAM, Islerr H, Grisi SJFE. Aleitamento materno exclusivo em lactentes atendidos na rede pública do Município de Joinville, Santa Catarina, Brasil. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2008; 8(3):291-7.
 31. Perez-Escamilla R, Lutter CH, Segall AM, Rivera A, Treviño-Siller S, Sanghvi T. Exclusive breast-feeding duration is associated with attitudinal, socioeconomic and biocultural determinants in three Latin American countries. *J Nutr* 1995;125(12):2972-84.
 32. Granzoto JA, Bertoni AL, Vecchi AA, Rodrigues E. A importância do incentivo pré-natal na amamentação de primíparas. *J Pediatr (Rio J)* 1992; 68(1):34-7.
 33. Gomes ACS, Cardoso ML, Moura EFA, Maral NK. Aleitamento ao seio. Avaliação de conhecimentos de puérperas. *J Pediatr (Rio J)* 1992; 68(2):123-6.
 34. Giugliane ERJ, Rocha VLL, Neves JM, Polanczyk CA, Seffrin CF, Susin LO. Conhecimentos maternos em amamentação e fatores associados. *J Pediatr (Rio J)* 1995; 71(2):77-81.
 35. Yamamoto RM, Terra VM. Doenças mais prevalentes em creches: tratamento e recomendações. In: Bircks LF, Cervi MC, coordenadores. *Atualidades em doenças infecciosas : manejo e prevenção*. São Paulo: Atheneu; 2002. p. 1-35
 36. Hendricks K, Briefel R, Novak T, Ziegler P. Maternal and child characteristics associated with infant and toddler feeding practices. *J Am Diet Assoc* 2006; 106(1 Suppl 1):S135-48.
 37. Araújo OD, Cunha AL, Lustosa LR, Nery IS, Mendonça RCM, Campelo SMA. Aleitamento materno: fatores que levam ao desmame precoce. *Rev Bras Enferm*. 2008; 61(4):488-92.
 38. Heringer MRC, Reis M, Pereira LFS, Di Ninno CQMS. A influência da amamentação natural no desenvolvimento dos hábitos orais. *Rev CEFAC*. 2005; 7(3):307-10.
 39. Lamounier JA. O efeito de bicos e chupetas no aleitamento materno. *J Pediatr (Rio J)*. 2003; 79(4):284-6.
 40. Karjalainen S, Ronning O, Lapinleimu H, Simell O. Association between early weaning, non-nutritive sucking habits and occlusal anomalies in 3-year-old finnish children. *Int J Paediatr Dent* 1999;9(3):169-73.
 41. Viggiano D, Fasano D, Monaco G, Strohmenger L. Breast feeding, bottle feeding, and non-nutritive sucking: effects on occlusion in deciduous dentition. *Arch Dis Child* 2004; 89(12): 1121-3.
 42. Tully SB, Bar-Haim Y, Bradley RL. Abnormal tympanography after supine bottle feeding. *J Pediatr*. 1995;126(6):S105-11.
 43. Neifert M, Gray J, Gary N, Camp B. Factors influencing breast-feeding among adolescents. *J Adolesc Health Care* 1988; 9(6):470-3.
 44. World Health Organization. Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge. WHO/NUT/98. Geneva:WHO; 1998
 45. Simon VGN, Souza JMP, Souza SB. Introdução de alimentos complementares nos primeiros dois anos de vida de crianças de escolas particulares no município de São Paulo. *Rev Paul Pediatr* 2009; 27(4):389-94.

Recibido: 14-08-2010

Aceptado: 03-11-2010

Determinación de las concentraciones de proteínas, hidratos de carbono y grasas en leche de madres en relactancia

Thais Álvarez de Acosta, Isabel Cluet de Rodríguez, María Rossell-Pineda, Emiro Valbuena, Ana Nucette Meléndez

Servicio Autónomo Hospital Universitario de Maracaibo. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela,
Facultad de Veterinaria La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

RESUMEN. Estudio prospectivo y comparativo, realizado con el objetivo de determinar las concentraciones de grasas, proteínas y carbohidratos de la leche de 20 madres en relactancia y 20 madres con lactancia exclusiva, de niños hospitalizados en el Servicio de Emergencia Pediátrica del Hospital Universitario de Maracaibo, Venezuela, entre Septiembre 2006 y Septiembre 2007. En la leche de las madres en relactancia la concentración de grasas fue de $3,6 \pm 1,5$ g/dl y en las del grupo control de $5,5 \pm 1,0$ g/dl, estadísticamente significativo ($p = 0,0001$). La concentración de carbohidratos en la leche de madres en relactancia fue de $6,4 \pm 1,7$ g/dl y de $5,7 \pm 0,8$ g/dl en la del grupo control, estadísticamente significativo ($p = 0,0001$). La concentración de proteínas en la leche de madres en relactancia fue de $2,1 \pm 1,2$ g/dl y de $2,4 \pm 0,3$ g/dl en la leche del grupo control, estadísticamente no significativo ($p > 0,05$). La leche de las madres en relactancia tuvo un valor calórico de $66,7 \pm 17,8$ cal/dl y la de las madres del grupo control $83,2 \pm 9,4$ siendo estadísticamente significativo ($p = 0,0001$). En conclusión, en este estudio se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de grasas, carbohidratos y valor calórico en la leche de madres en relactancia y en lactancia exclusiva.

Palabras clave: Lactancia materna exclusiva, relactancia, carbohidratos, lípidos, proteínas, calorías totales.

SUMMARY. Determination of the concentrations of proteins, carbohydrates and fat in milk of mothers in relactation. In a prospective, randomized and comparative trial the milk of 40 lactating mothers of hospitalized children at the Department of Pediatrics, University Hospital in Maracaibo, Venezuela was analyzed in a year period. They were divided in two groups of 20 mothers each: Group A, mothers in a relactation situation, and Group B (Control): Exclusive breastfeeding. Both types of milk were analyzed in a blind fashion to determine fat, proteins and carbohydrates. Results show that fat concentration (g/dL) was significantly more concentrated in Group B than in A, from 3.6 ± 1.5 to 5.5 ± 1.0 ($p < 0.001$), while in contrast, the carbohydrates concentration (g/dL) was decreased from 6.4 ± 5.7 to 5.7 ± 0.8 ($p < 0.001$). Moreover, proteins concentration (g/dL) was not significantly modified, since in group A it was 2.1 ± 1.2 as compared to group B (2.4 ± 0.3). Caloric value was also significantly decreased from the control value of 83.2 ± 9.4 to 66.7 ± 17.8 in the relactation group ($p < 0.001$). In conclusion, it a clear difference between the two types of milk in this study.

Key words: Breastfeeding, nursing maternal, relactation, carbohydrate, lipid, protein, total calories.

INTRODUCCION

Organizaciones internacionales tales como La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Americana de Pediatría (AAP) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y nacionales como la Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría y el Ministerio del Poder Popular para la Salud de Venezuela, recomiendan la lactancia materna exclusiva durante al menos los primeros 6 meses de vida y continuar amamantando hasta los 2 años de edad, junto con alimentos complementarios, a partir de los 6 meses, como estrategia de salud para disminuir de manera importante la morbimortalidad por enfermedades prevenibles como la diarrea y la neumonía, las cuales ocupan los primeros lugares. Sin embargo, conociéndose los beneficios ampliamente descritos del amamantamiento, a muchos lactantes se les interrumpe la lactancia en las primeras semanas o meses de vida teniendo como resultado mayor riesgo de

enfermedad, malnutrición y muerte (1,2).

La OMS y la Organización Panamericana de Salud (OPS) han implementado una técnica denominada relactación, la cual consiste en la recuperación y el mantenimiento de la secreción láctea después de que una mujer ha dejado de amamantar por un período que puede ir de días a meses, se refiere también al aumento de la producción insuficiente de leche para volver a la lactancia materna exclusiva. Mientras menos edad tenga el bebé, menos tiempo del destete y con una madre interesada en la lactancia más exitosa será la relactancia (3).

La composición y el volumen de la leche humana es bastante variable dependiendo de factores nutricionales, psicológicos, fisiológicos o sociológicos que se presentan tanto en la madre como en el niño. Muchas de estas diferencias son adaptativas por ejemplo, en situaciones de estrés la adrenalina y la noradrenalina disminuyen el flujo sanguíneo mamario y reducen el aporte de oxígeno, glucosa y ácidos grasos. Los factores educacionales son importantes, muchas veces la

madre desconoce los beneficios de la lactancia materna y los factores sociales influyen a través de mecanismos psicológicos o fisiológicos, por ejemplo, en una sociedad que no considere de buen gusto dar el pecho en público, la madre puede sentirse incómoda disminuyendo su producción (1,2).

Se describen diferencias según la edad gestacional, la leche del prematuro tiene diferente composición a la del recién nacido a término. En los primeros días se produce el calostro que es rico en proteínas y en poco volumen, luego aparece la leche de transición en la cual ocurren variaciones en el volumen y en las concentraciones de los nutrientes hasta transformarse en la leche madura, aumentando su producción; la leche materna no tiene una composición estática y sus constituyentes cambian durante el periodo de la lactancia. Por ejemplo no tiene las mismas características durante el transcurso de la mamada. Al principio, la leche es más acuosa y calma la sed del niño y es rica en proteínas, minerales, vitaminas hidrosolubles y lactosa; al finalizar es de color más blanco, con más grasa y vitaminas liposolubles (4).

Aún cuando se ha estudiado ampliamente la composición de la leche humana y todos los beneficios que tiene, no hay evidencia actualizada publicada sobre las características de la leche de las madres en relactancia y la leche que se produce durante un amamantamiento continuo, razón por la cual se planteó como objetivo determinar las concentraciones de carbohidratos, lípidos y proteínas de la leche obtenida de madres que estén sometidas a la técnica de relactancia comparándolas con la leche madura de madres con lactancia exclusiva.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue de tipo comparativo y prospectivo. El universo estuvo representado por todas las muestras de leche producidas por las madres de los lactantes menores de 6 meses que ingresaron al Servicio de Emergencia de Pediatría del Hospital Universitario de Maracaibo en el período de Septiembre 2006 a Septiembre 2007. La muestra fue escogida de manera no probabilística (aleatoria) e intencionada y correspondió a 40 muestras de leche obtenidas de madres de niños de ambos sexos menores de 6 meses, de las cuales 20 (Grupo control) estaban lactando en forma exclusiva y 20 (Grupo estudio) en relactancia. En ambos grupos las madres seleccionadas fueron eutróficas.

La toma de las muestras de leche fue realizada por "extracción manual" sin la utilización de ninguna bomba de succión, ejerciendo pequeños movimientos circulares sobre la mama y realizando presión sobre la misma, previa limpieza con agua estéril. Se realizaron 3 extracciones en diferentes momentos del amamantamiento y del mismo seno. La primera extracción se realizó antes de colocar el niño al pecho, la segunda a 10-15 minutos posterior al inicio del amamantamiento y la tercera al final de la lactancia; a su vez

este procedimiento se repitió en 3 momentos del día (7am-3pm-7pm) hasta completar una única muestra de 10 ml. En relación a las muestras del grupo estudio se obtuvieron luego de 1 semana de su ingreso, tiempo en el cual fueron preparadas, explicándoles la técnica del uso de los facilitadores de la lactancia, además de apoyo en cuanto a beneficios y otras técnicas capaces de reanudar la lactancia. Todas las muestras se colocaron en envases estériles de polipropileno, se cerraron y refrigeraron a 8°C, analizándose a las 48 horas, en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Ciencias Veterinarias, La Universidad del Zulia. Se determinaron los carbohidratos por el método de Fehling (5), las grasas por el método de Gerber (6) y las proteínas por el método de Micro-Kjeldahl (7).

El valor calórico se determinó sumando las calorías aportadas por las concentraciones de grasas, proteínas y carbohidratos en cada grupo, estableciendo el valor comparativo entre ambos grupos. A cada participante se le solicitó la firma de consentimiento informado.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba "t" de Student para diferencias de medias, medidas de tendencia central y dispersión (media y error estándar), siendo significativo cuando $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se aprecia que en el grupo estudio, el 50% (10/20) correspondió a madres comprendidas entre 20 y 25 años, seguidas de 25% (5/20) de madres menores de 20 años, mientras que en el grupo control, 40% (8/20) fueron menores de 20 años, 35% (7/20) entre 20 y 25 años. El valor promedio de la edad de las madres en relactancia fue de $23,5 \pm 5,6$ años y en las madres del grupo control fue de $23,7 \pm 5,3$. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedios de ambos grupos.

TABLA 1
Edad de las madres en relactancia y madres del grupo control

Edad en años	Madres en relactancia		Madres del grupo control	
	n	%	n	%
< 20	5	25,0	8	40,0
20 a 25	10	50,0	7	35,0
26 a 30	3	15,0	3	15,0
>30	2	10,0	2	10,0
Total	20	100,0	20	100,0

Valor promedio de la edad de las madres en relactancia: $23,5 \pm 5,6$
Valor promedio de la edad de las madres del grupo control: $23,7 \pm 5,3$
 $p=0,903$ No significativo ($p>0,05$).

El 50% (10/20) de las madres en relactancia pertenecían a la etnia goajira y 50% (10/20) fueron mestizas, mientras que en el grupo control, 50% (10/20) fueron de la etnia goajira, 30% (6/20) mestizas y 20% (4/20) de raza blanca, sin significancia estadística.

En cuanto al estado nutricional, el 100,00% de las madres integrantes de ambos grupos fueron eutróficas.

La Tabla 2 muestra las causas por las cuales las madres en relactancia habían dejado de amamantar, destacándose que 60% (12/20) de ellas lo hicieron por escasa producción.

TABLA 2
Causas de abandono de la lactancia materna en las madres en relactancia

Causas	No	%
Escasa producción	12	60,0
Inversión del pezón	3	15,0
Trabajo materno	2	10,0
Enfermedad materna	1	5,0
Patología mamaria	1	5,0
Patología oral del bebé	1	5,0
Total	20	100,0

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la Tabla 3 se evidencia el número de embarazos en las madres en relactancia, correspondiendo el 30% (6/20) para el primero y segundo, 20% (4/20) para el tercero, siendo estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en los tres primeros embarazos. En el grupo control, el número de embarazos fue de 20% (4/20) para uno, dos, tres y cuatro en cada caso.

TABLA 3
Número de embarazos en las madres en relactancia y en las madres del grupo control

Embarazo	Grupo No	Estudio %	Grupo No	Control %
Uno	6*	30,0	4	20,0
Dos	6*	30,0	4	20,0
Tres	4*	20,0	4	20,0
Cuatro	3	15,0	4	20,0
Cinco	-	-	-	-
Seis	1	5,0	1	5,0
Siete	-	-	1	5,0
Ocho	-	-	1	5,0
Nueve	-	-	-	-
Diez	-	-	1	5,0
Total	20	100,0	20	100,0

* $p < 0,05$

Fuente: Ficha de recolección de datos

La Tabla 4 indica que 65% (13/20) de los hijos de las madres en relactancia tenían entre 1 y 2 meses de edad, seguido de 30% (6/20) entre 3 y 4 meses. El valor promedio fue de $2,4 \pm 0,9$ meses. En el grupo control, 45% (9/20) tuvieron entre 1 y 2 meses de edad, 30% (6/20) entre 3 y 4 meses. La edad promedio fue de $2,9 \pm 1,0$ estadísticamente no significativo.

TABLA 4
Edad de los hijos de las madres en relactancia y de las madres del grupo control

Edad en meses	Grupo No	Estudio %	Grupo No	Control %
< 1	-	-	-	-
1 a 2	13	65,0	9	45,0
3 a 4	6	30,0	6	30,0
5 a 6	1	5,0	5	25,0
Total	20	100,0	20	100,0

Valor promedio de edad en hijos de madres en relactancia: $2,4 \pm 0,9$

Valor promedio de edad en hijos de madres del grupo control: $2,9 \pm 1,0$

Fuente: Hoja de recolección de datos

El 100,0 % de los lactantes no presentaron dificultades para la toma del seno en el proceso de relactación.

En la Tabla 5 se puede ver la concentración de macronutrientes tanto en la leche de las madres en relactancia y las del grupo control. En la leche de las madres en relactancia la concentración de grasas fue de $3,6 \pm 1,5$ g/dl y en las del grupo control de $5,5 \pm 1,0$ g/dl, siendo estadísticamente significativo ($p: 0,0001$). La concentración de proteínas en la leche de madres en relactancia fue de $2,1 \pm 1,2$ g/dl y de $2,4 \pm 0,3$ g/dl en la leche del grupo control, estadísticamente no significativo ($p > 0,05$). La concentración de carbohidratos fue de $6,4 \pm 1,7$ g/dl en la leche de madres en relactancia y de $5,7 \pm 0,8$ en la de las madres del grupo control, estadísticamente significativo ($p: 0,0001$).

La leche de las madres en relactancia tuvo un valor calórico de $66,7 \pm 17,8$ cal/dl y la de las madres del grupo control $83,2 \pm 9,4$ siendo estadísticamente significativo ($p: 0,0001$).

TABLA 5

Concentración de macronutrientes en la leche de las madres en relactancia y madres del grupo control

Macronutrientes g/dl	Madres en relactancia N=20	Madres del grupo control N=20	Valor de p
Grasas	3,6±1,5	5,5±1,0	0,0001*
Proteínas	2,1±1,2	2,4±0,3	>0,05
Hidratos de carbono	6,4±1,7	5,7±0,8	0,0001*
Calorías	66,7±17,8	83,2±9,4	0,0001*

*(p<0,05) estadísticamente significativa

Fuente: Hoja de recolección de datos

DISCUSION

La relactancia es un método exitoso para reinducir el amamantamiento en aquellas madres que por diferentes razones han dejado de hacerlo, que ha sido demostrado en diferentes investigaciones (8,9) y es recomendado por la OMS (10), siempre y cuando las madres estén motivadas y reciban el apoyo adecuado.

En relación a la edad materna, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de madres en relactancia y el grupo control, formado en su mayoría por madres menores de 25 años, similar a lo reportado por Fuenmayor y col. en Venezuela, (8).

Las causas de abandono de la lactancia materna pueden ser diversas y dependen de factores socioeconómicos y culturales (11,12) En este estudio, se observó que en las madres en relactancia, las causas estuvieron asociadas a escasa producción de leche, inversión del pezón, trabajo materno, enfermedad materna y patología mamaria, es decir atribuidas a causas maternas y solo el 5% fue atribuible al lactante. Fuenmayor J y col, (8) en investigación realizada reportaron en el 2004, que el trabajo y el estudio materno fueron factores determinantes para abandonar la lactancia; Bharanti y col. en su estudio en el 2002 encontraron un hecho similar (9).

En relación al número de embarazos en las madres en relactancia, llama la atención que la mayoría abandonó la lactancia en el primer, segundo y tercer embarazo, siendo estadísticamente significativo al compararlo con las madres del grupo control, lo cual pudiera ser justificado por la inexperiencia materna y probablemente a la falta de promoción, protección y apoyo a las prácticas de la lactancia materna (1,3,13).

Auerbach y col (14) y Avery y col.(15) en sus trabajos iniciales evidenciaron que los lactantes menores de 3 meses de edad estuvieron más dispuestos a aceptar el pecho que

aquellos que tenían más de 3 meses. Con lactantes adoptados, se observó una línea divisoria a las 8 semanas. El 90% de los lactantes menores de 1 semana, el 75% de los lactantes entre 1 y 8 semanas, y sólo el 51% de aquellos mayores de 8 semanas, mamaron bien la primera vez que fueron puestos al pecho. Banapurmath y col. (16) observaron que 4 de 5 madres adoptivas que tuvieron éxito con la relactación comenzaron cuando sus lactantes tenían menos de 3 semanas de edad, mientras que 4 de 5 que no tuvieron éxito, comenzaron sólo después que sus niños fueron mayores de 3 semanas de edad. Sin embargo, la relactancia también es posible con niños mayores (17). En este sentido, el valor promedio de la edad de los hijos de las madres en relactancia fue de 2,4±0,9 meses, no presentándose dificultades para reiniciar la relactación.

En esta investigación existen diferencias significativas en las concentraciones de grasas y carbohidratos entre la leche materna de ambos grupos, con valores menores en las grasas en la leche de las madres en relactancia y valores mayores de carbohidratos en las mismas.

La concentración de grasas es de 3,5 a 4,5 g/dl y es el componente más variable de la leche debido a que se forma a partir de lípidos circulantes en la dieta materna y de las reservas corporales en el tejido adiposo (18); cuando la dieta es escasa en lípidos y existe poca reserva, la cantidad de grasa contenida en la leche disminuye, tal como fue evidenciado por Álvarez y col (19) en investigación realizada con un grupo de madres desnutridas. Además las variaciones de las grasas se dan a lo largo del día, dependiendo si es al inicio o final de la tetada, ya que la excreción de las grasas ocurre al final de la misma (18, 20,21). En esta investigación es importante destacar que tanto este aspecto, como el estado nutricional de las madres (eutróficas en ambos grupos), se tomaron en cuenta para cuantificar las grasas totales, que en la leche de madres en relactancia fue de 3,6 ± 1,5 gr/dl y en el grupo control de 5,5 ± 1,0 gr/dl estadísticamente significativo (p=0,0001), similar a lo reportado por Bosch V y col, (22) quienes determinaron la concentración de grasas con valores de 3,56 ± 1,18 g/%, en la leche madura de un grupo de 20 madres venezolanas, de escasos recursos económicos, que no estaban en relactancia. Al comparar con la referencia nacional venezolana sobre la concentración de grasas en leche madura (4 gr/dl.) (23) no hubo diferencias estadísticamente significativas, Sin embargo, muy probablemente estos hallazgos estén directamente relacionado con la dieta de las madres en ambos grupos.

En relación a las concentraciones de hidratos de carbono el contenido de estos en la leche de madres en relactancia fue de 6,4 ± 1,7 gr/dl y de 5,7± 0,8 en la leche de las madres del grupo control, lo cual resultó estadísticamente significativo (p=0,0001). El aumento en la concentración de glucosa en la leche de las mujeres que relactan, identificado en el presente estudio, podría estar relacionado con el incremento de los niveles de prolactina que se generan por la succión del pezón,

acto realizado en forma frecuente, varias veces al día, por lo menos una semana antes de la toma de la muestra de leche, o hasta que se observara la producción láctea en estas mujeres, Cox (24) observó que existe un incremento de los niveles de lactosa en la orina de mujeres embarazadas correlacionado con el aumento de la prolactina en el plasma. La prolactina dentro de la célula alveolar estimula la síntesis de la lactoalbúmina y por lo tanto la síntesis y secreción de la lactosa

En relación a la concentración de proteínas, en el grupo de madres en relactancia esta fue de $2,1 \pm 1,2$ gr/dl y de $2,4 \pm 0,3$ gr/dl en el grupo control, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos, ($p > 0,05$) sin embargo, ambas leches tienen un contenido de proteínas superior a lo establecido a nivel mundial ($0,9-1,1$ g/100 ml) (1) La formación de las proteínas de la leche y de las enzimas mamarias está potenciada por la prolactina y es estimulada por la insulina y el cortisol (25). La síntesis *de novo* de las proteínas requiere aminoácidos esenciales y no esenciales plasmáticos. La principal proteína del suero de la leche humana es la α -lactoalbúmina, la que es parte de la enzima lactosa sintetasa, responsable de la síntesis de lactosa en el galactocito (26). En esta investigación tanto el grupo estudio como el grupo control estuvo integrado por 50% de madres de raza goajira quienes según lo reportado por Villalobos y col (27) en estudio realizado con leche madura de madres de raza goajira, encontraron que estas tienen mayor consumo de alimentos como carnes y harinas, lo que justificaría una concentración superior de proteínas en la leche madura, por lo tanto, esa misma razón pudiera explicar este hallazgo en esta investigación.

Las calorías aportadas por la leche de las madres en relactancia fue menor con un valor de $66,7 \pm 17,8$ cal/100 ml comparadas con las del grupo control ($83,2 \pm 9,4$ cal/100 ml), lo cual resultó estadísticamente significativo ($p=0,0001$). La leche materna proporciona aproximadamente 70 calorías por 100 ml dadas por la concentración de las grasas, las proteínas y los carbohidratos y de ellos, las grasas son la principal fuente de energía, aproximadamente entre 40% y 50% de las calorías totales. Mayans y Col (28) en Argentina, en una investigación realizada para evaluar la calidad de la leche materna de 80 madres, encontraron que el valor calórico promedio de la misma, no fue diferente a lo descrito en la literatura, pero tiene una variabilidad considerable ≈ 12 por ciento y ésta se debe especialmente a las grasas, datos que coinciden con los aportados por esta investigación,

El presente trabajo sugiere que en este grupo de madres en relactancia, hubo diferencias significativas en las concentraciones de los macronutrientes, específicamente de las grasas y de los carbohidratos, lo cual debe ser motivo de nuevas investigaciones en el área, debido a que los estudios previos relacionados son de larga data, sus resultados contrastan con los obtenidos y no se registran trabajos

científicos recientes sobre concentraciones de los macronutrientes en la leche de madres en relactancia.

REFERENCIAS

1. León-Cava N, Lutter Ch, Ross J, Martin L. Traducción y revisión Natalia Rybak y Fernando Vallone. Cuantificación de los beneficios de la Lactancia Materna. Reseña de la evidencia. Fundación Lac-Mat. Buenos Aires, Argentina. 2002. Citado 18 de Septiembre 2010 Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/AD/FCH/BOBcontents.pdf>
2. OMS. Nutrición del lactante y del niño pequeño. Estrategia mundial para la alimentación del lactante y del niño pequeño. Informe de la Secretaría. Ginebra: 63.^a Asamblea Mundial de la Salud. 1 de abril de 2010. A63/9. Citado 14 de Octubre de 2010. Disponible en: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA63/A63_9-sp.pdf
3. Maldonado J, Anzoátegui J, Hernández M, Díaz M, Landa L, Lassarte J, Lozano M, Calama J. Comité de Lactancia Materna de la Asociación Española de Pediatría (AEP) Lactancia Materna: guía para profesionales. Monografías de la A.E.P. N° 5 Madrid. España. 2004
4. Macías S, Rodríguez S, Ronayne P. Leche materna: composición y factores condicionantes de la lactancia. Archivos Argentinos de Pediatría. 2006; 104(5):423-430
5. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Leche fluida. Determinación de Azúcares. Método de Fehling, N° 3219-1996
6. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Leche fluida. Determinación de grasa. Método de Gerber, N° 1053-82. 1982
7. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Leche Fluida. Determinación de Proteínas, N° 370:1997. 1997
8. Fuenmayor J, Álvarez de Acosta T, Cluet de Rodríguez I, Rossell M. Relactancia método exitoso para reinducir el amamantamiento en madres que abandonaron la lactancia natural. An Venez Nutr. 2004; 17(1): 12-17
9. Bharati P, Misra SK, Pappu K, Chaudhuri SN. Initiating the process of relactation: An institute based study. Indian Pediatrics 2002; Citado 10 de Junio 2010 39:173-178 Disponible en: <http://www.indianpediatrics.net/feb2002/feb-178.htm>
10. World Health Organization. Department of child and adolescent Health and Development. Relactation: Review of Experience and Recommendations for Practice. Geneva. 1998
11. Chávez A, Sánchez R, Ortíz H, Peña O, Arrocha B. Causas de abandono de la lactancia materna Rev Fac Med (Mex) 2002; 45 (2): 53-55
12. Delgado A, Arroyo L, Díaz M, Quezada C. Prevalencia y causas de abandono de lactancia materna en el alojamiento conjunto de una institución de tercer nivel de atención. Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. 2006; 63 (1):31-39
13. Baró L, Jiménez J, Martínez Ferez A, Boza JJ. (2001) Bioactive compounds derived from human milk. Ars Pharmaceutica 2001; 42 (1):21-38.
14. Auerbach K, Avery, JL. Induced Lactation: A study of Adoptive Nursing by 240 Women. Am J Dis Child 1.981; 135:1340-343.

15. Auerbach K, Avery, J. Relactation: A study of 336 cases. *Pediatrics* 1998; 65(2): 236-235.
16. Banapurmath CR, Banapurmath S, Kesaree N. Successful induced non-puerperal lactation in surrogate mothers. *Indian J. Pediatr.* 1993; 60: 639-643.
17. Marquis GS, Diaz J, Bartolini R, De Kanashiro HC, Rasmussen KM, Recognising the reversible nature of child feeding decisions: breastfeeding, weaning, and relactation patterns in a shanty town community of Lima, Peru. *Soc Sci Med* 1998; 47(5): 645-656
18. Valdés V, Pérez A, Labbok M. Lactancia Materna. Capítulo II: Contenidos técnicos. Capítulo II: Fisiología de la glándula mamaria. II. Santiago Mediterráneo, (Tercera edición) 2010. Citado 10 de Junio 2010 Disponible en: <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/822bfc84b3242b25e04001011e017693.pdf>
19. Alvarez T, Rossell M, Cluet I, Valbuena E, Fuenmayor E. Macronutrientes en leche de madres desnutridas. *Arch Latinoamer Nutr. ALAN* 2009; 59(2):159-165
20. Lawrence RA, Lawrence RM. Lactancia Materna. Capítulo II: Anatomía y fisiología de la lactancia. Editorial El Sevier. España SA. Sexta Edición 2007 Citado 10 de Junio 2010: 68-110 Disponible en: <http://books.google.co.ve/books?id=AHVQYoWIIKEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
21. Lawrence RA, Lawrence RM. Lactancia Materna. Una guía para la profesión médica. Capítulo IV. Bioquímica de la leche humana. Editorial El Sevier. España SA. Sexta Edición 2007 Citado 10 de Junio: 111-182 Disponible en: <http://books.google.co.ve/books?id=AHVQYoWIIKEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
22. Bosch V, Golfetto I, Alonso H, Laurentin Z, Materán M, García N. Ácidos grasos de la leche madura de mujeres venezolanas de estratos socioeconómicos bajos: Influencia de la temperatura y tiempo de almacenamiento. *Arch Latinoam Nutr.* 2009; 59(1):61-65.
23. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. INN. Revisión 1999. Publicación N° 54. p 42-43 Serie de Cuadernos Azules. Caracas. Venezuela 2001
24. Cox DB, Kent JC, Casey TM, Owens RA, Hartmann PE. Breast growth and urinary excretion of lactose during human pregnancy and early lactation: Endocrine relationships. *Exp Physiol* 1999, 84: 421.
25. Topper YJ, Freeman CS: Multiple hormone interactions in the developmental biology of the mammary gland. *Physiol Rev* 1980; 60:1049.
26. Lönnerdal B. Bioactive proteins in human milk: mechanisms of action. *The Journal of Pediatrics* 2010; 156(2):S26-30.
27. Villalobos E, Parra de S, H, Vera de S, D. Comparación en la composición de macronutrientes en la leche de madres guajiras y no guajiras. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría.* 2001; 64 (1): 24-36.
28. Mayans E, Martell M. Control de la calidad de la leche materna. *Arch argent pediatr* 1999; Citado 10 de Junio 2010 97(2):109-115 Disponible en: http://www3.sap.org.ar/congresos/staticfiles/archivos/1999/arch99_2/99_109_115.pdf

Recibido: 30-07-2010

Aceptado: 18-12-2010

Health-related fitness in school children: compliance with physical activity recommendations and its relationship with body mass index and diet quality

José Pino-Ortega, Ernesto De la Cruz-Sánchez, Raúl Martínez-Santos

Universidad de Murcia, Spain, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Spain

SUMMARY. This study establishes the relationship between the compliance with the governmental physical activity guidelines (at least a minimum of one hour of moderate to vigorous physical activity, MVPA, five times a week), health-related physical fitness and different health related lifestyle variables in a representative sample of Spanish children. Subjects were a representative group of scholars from five schools randomly selected in Extremadura, a mainly rural region with a very low population density. Statistical analysis comprises a t-test to calculate physical fitness differences between groups, according to the compliance with the mentioned physical activity guidelines. A multinomial logistic regression coefficient is established to determine the differences between the better physical fitness status group (= percentile 75) and the poorer physical fitness status group (= percentile 25) for each fitness test and gender, body mass index, physical activity, Mediterranean diet index and population size. Main findings show that the compliance with physical activity guidelines result in a better handgrip strength in left hand ($p < 0.05$), leg strength ($p < 0.000$), speed-agility run ($p < 0.000$) and 20 m endurance shuttle run ($p < 0.000$). Being a girl, being overweighted and living in an urban setting are associated with a lower physical fitness (= percentile 25), whereas there is no relationship between diet quality and subjects' performance in all physical fitness test evaluated. As a conclusion, this study emphasizes the need to promote an active lifestyle in which physical activity suppose a minimum of one hour of regular MVPA, at least five times a week, to achieve a healthy fitness status.

Key words: Exercise, sport, nutrition, Mediterranean diet, overweight, adolescence.

RESUMEN. Condición física relacionada con la salud en escolares: observancia de las recomendaciones de práctica de actividad física y su relación con el índice de masa corporal y la calidad de la dieta. Este estudio establece la relación entre el cumplimiento de las directrices gubernamentales de actividad física (una hora de actividad física moderada o vigorosa, MVPA, cinco veces a la semana), la condición física saludable, la calidad de la dieta y otras variables en una muestra de escolares de Extremadura (España). Se ha utilizado un t-test para calcular las diferencias de condición física entre los grupos, de acuerdo con el cumplimiento de las mencionadas directrices de actividad física. Se ha establecido un coeficiente de regresión logística multinomial para determinar las diferencias entre el grupo con mejor condición física (= percentil 75) y el grupo con peor condición física (= percentil 25), en función del sexo, índice de masa corporal, actividad física, índice mediterráneo de calidad de la dieta y tamaño de la población. El cumplimiento de las directrices de actividad física se relaciona con mejor fuerza de prensión en la mano izquierda ($p < 0,05$), mayor potencia de las piernas ($p < 0,000$), mejor agilidad ($p < 0,000$) y mayor aptitud cardiorrespiratoria ($p < 0,000$). Ser niña, tener exceso de peso y vivir en un entorno urbano se asocia con peor condición física (= percentil 25), mientras que no existe relación entre calidad de la dieta y la actuación de los sujetos en las pruebas de condición física realizadas. Este estudio enfatiza la necesidad de promover un estilo de vida activo en el que exista al menos una hora de actividad física (MVPA) durante cinco días a la semana, para alcanzar un estado físico saludable.

Palabras clave: Ejercicio, deporte, nutrición, dieta mediterránea, sobrepeso, adolescencia.

INTRODUCTION

Physical fitness is more important in defining health status than compliance with physical activity recommendations and, in absolute terms, physical fitness is a better predictor of morbidity and mortality than physical activity (1,2). In this sense, physical activity guidelines are intended to improve the overall physical fitness of individuals, not only to reduce sedentary-associated morbidity and mortality but also to improve quality of life and physical functioning across lifespan (3).

Adult health appears to be related with childhood physical activity and physical fitness (4,5) and there is a great deal of

evidence of the close relationship between health status and childhood physical fitness. The amount of physical activity at an early age is a factor that would prevent the prevalence of sedentarism related diseases such as obesity, ischaemic heart disease, non-insulin dependent diabetes and some types of cancer in adults (6).

In order to get this increase in health-related physical fitness is necessary the promotion of an active lifestyle since the early years of age, although it seems that physical activity guidelines for children should be different than those for adults. For example, objectives 22.6, moderate physical activity guideline (≥ 30 min, ≥ 5 d/wk, ≥ 3 METS), and 22.7 (≥ 20 continuous minutes, ≥ 3 d/wk, ≥ 6 METS) of the Healthy People 2010

guidelines for physical activity (7) are not realistic standards for children: most of youth meet the first recommendation and it appears to be a low standard, and the second standard may prescribe a form of physical activity that is common for adults but uncharacteristic of children and youth (8). Otherwise, the UK Group recommendation of accumulating 60 min per day of moderate to vigorous intensity physical activity (=60 min, =5 d/wk, =3 METS) (9) was supported as the best existing guideline for youth (8) and has been adopted by the Spanish Ministry of Health (10).

Physical fitness is a complex phenomenon, with several dimensions related to health and well-being and influenced by most dimensions of life. Nature can explain some aspects of physical activity and physical fitness like age, sex or heredity, whereas nurture and culture can explain others like socio-economic factors, diet, environment or leisure time habits (11). Furthermore, these factors are often associated one with another and habitual physical activity (and then, health-related fitness) could be mediated by all the variables listed above. For example, strength or aerobic fitness appears to be greater in young men than in young women (12), socio-economic factors, like academic level or income, are related with physical fitness (13), neighbourhood's characteristics could decrease or improve the level of habitual and leisure-time physical activity (14), while the relationship between diet quality and physical activity or physical fitness has not been well defined (15).

In this context, the aim of this study is to establish the relationship between several dimensions of health-related physical fitness, the compliance with Spanish physical activity guidelines for scholar population and different variables related with children's lifestyle in a representative sample of children.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in Extremadura, an inland region situated in the centre-west of Spain with an area of 41,634 km² and a population of 1,073,050 inhabitants. The population in Extremadura is mainly rural (density: 25.2 inhabitants/km) and the 56% of the people live in towns of less than 10,000 inhabitants. The study sample (9.99±0.79 years old, 137 boys and 156 girls) was obtained from five schools randomly selected by means of a four-stage stratified sampling design, taking into account population size, age, sex and type of school of students. This design was used in order to ensure that the sample was representative of the population of interest, i.e., all students registered in 4th and 5th grades in primary schools in the region of Extremadura during the academic year 2006-2007, and the estimated sample size was 349 individuals (5% error, 95.5% CI) according to the characteristics of the participants shown in Table 1. The study was conducted in that school year (2006-2007), during regular school hours after

obtaining written informed consent from all the participants and their parents or guardians. This work received a positive report from the Commission of Bioethics of the University of Murcia.

TABLE 1
Prevalence of participants' characteristics
(boys: n=137; girls: n=156)

Gender	
Male	48.8%
Female	51.2%
Compliance with physical activity guidelines	
Insufficiently active	82.3%
Sufficiently active	17.7%
Weight Status (Body Mass Index)	
Overweight	31.7%
Normal	68.3%
Mediterranean diet index (KIDMED index)	
Low index	72.7%
High index	27.3%
Population size	
Rural (< 10,000 inhabitants)	39.2%
Urban (> 10,000 inhabitants)	60.8%

The procedures for data collection took place during morning school visits from May to June in 2007. The same investigators, following the same order of testing and allowing 5–10 min rest between trials, conducted all the measurements giving to the children demonstrations of each test prior to their performance. These measurements and tests will be presented in the order in which they were conducted.

The body mass index (BMI) was calculated from weight and height: the body mass was assessed to the nearest 0.1 kg (Seca Beam Balance 710) and the standing height was measured to the nearest 0.5 cm using a Seca Stadiometer (Seca, Hamburg, Germany) with the subject's shoes off and head in the Frankfurt horizontal plane. Thereafter, participants were classified into two groups with only one cut off point to establish gross differences, "normal weight" and "overweight", as having normal weight or overweight according to the age- and sex-specific BMI cut-offs from international guidelines (16).

The physical fitness was assessed using five field tests previously validated for their use in children (17): sit and reach (cm), handgrip strength (N), horizontal jump (cm), agility 10 x 5 m run (s) and 20 m shuttle run (step). For all but the last test, two trials were allowed and the best score was recorded for further analyses.

Sit and reach

The sit and reach test was used to assess flexibility of the spine and posterior leg muscles. Each subject was asked to sit

on the gymnasium floor, with their knees straight and resting their bare feet vertically against a box 30 cm in height. To perform the test, the subject was asked to lean forward with straight arms and knees and reach over the top surface of the box as far as possible. The distance between toes and finger was measured, having positive values if the subject was able to reach further than his/her toes, negative values if the subject was unable to reach his/her toes and a zero value if the subjects could just touch their toes.

Handgrip

The subjects were asked to squeeze a calibrated hand dynamometer as forcefully as possible with their hands. The handle length was adjusted to account for variations in hand size. Results, expressed in kilograms (kg), were transformed to newtons (N) by multiplying by 9.8.

Horizontal jump test

Following a short familiarisation period, the volunteers had to perform the required counter-movement horizontal jump getting it measured with a non-extensible tape.

Agility 10 x 5 m run

Two lines 5 m apart each other were drawn on the gymnasium floor. On the command of “go”, the pupil had to run forward as fast as possible, pivot on the far line, and return to the starting line. This had to be repeated five times in total and the time required to complete the test was recorded to the nearest 0.1 s.

20 m shuttle run

The subjects performed the test individually and were instructed to run between two lines 20 m apart in synchrony with a sound signal emitted from an audio system. The frequency of signals increased by 0.5 km/h every minute from a starting speed of 8.5 km/h. The test was finished when the subjects were unable to maintain the prescribed pace for three consecutive signals. The equivalent shuttle running duration (steps) was used as an endurance performance indicator (18).

A previously validated seven-days diary was employed to estimate weekly physical activity (19). The participants were asked to report the type and amount of performed activity daily by temporal segments and to report the number of hours spent in sleeping; any other time in the day was assumed to be spent in low intensity activities. The daily physical activity was determined by calculating the average number of minutes of activity (sum of moderate, hard, and very hard) that was performed each week according to the values of energetic cost compendium of physical activities in children (20). After that, the subjects were split in two groups, “Sufficiently actives” or “Insufficiently actives”, according to their compliance with the Spanish physical activity guidelines for children(10), ≥ 60

min, ≥ 5 d/wk of moderate to vigorous physical activity (MVPA, ≥ 3 METS).

The diet quality was established by the KIDMED index, an index obtained from an international questionnaire developed for children previously validated and widely employed with the Spanish scholar population (21). After the calculation of the KIDMED index values, two groups were established according to the compliance of the mediterranean diet guidelines: low KIDMED index (poor mediterranean diet) or high KIDMED index (good mediterranean diet).

The Kolmogorov-Smirnov test of normality was used to ensure that the calculated variables were normally distributed. A t-test was calculated between groups (“Sufficiently active” and “Insufficiently active”) to establish the differences in health related physical fitness variables in relation to the compliance with described physical activity guidelines. Multinomial logistic regression coefficient was established to calculate odd ratios (OR’s) and 95% confidence intervals (CI’s) in order to determine differences between good physical fitness status group (\geq percentile 75) and poor physical fitness status group (\leq percentile 25) for each fitness test and gender, body mass index, physical activity, Mediterranean diet index and population size. The statistical treatment of the data was made using the program package SPSS 15.0.

RESULTS

As we mentioned before in Table 1, we could determine that 52 children were sufficiently active (17.75%) and 241 were insufficiently active (82.25%). As shown in Table 2, the group that met the physical activity guidelines performed better in most of the assessed physical fitness variables except for the sit and reach test and right handgrip strength test.

Table 3 lists the results of the multinomial logistic regression analysis (odds ratio and confidence interval) considering the differences in physical fitness status (percentile 25 versus percentile 75) as a function of the selected lifestyle-related variables and finding higher physical fitness values between boys than girls, except for sit and reach test.

Being overweight appears to be a risk factor for poorer physical fitness. It is more frequent to find a normal BMI among the better physical fitness group (percentile 75) in three of the six fitness tests, having the opposite relationship in grip strength, and no differences in the sit and reach test between overweight and normal weight children.

The results of our multinomial logistic regression model between the “fit” group and the “unfit” group support the finding made in the previous statistical analysis (t-test): it seems to be more probable to find sufficiently active subjects in the fitter group in four of the six tests (except sit and reach and right handgrip, as listed above).

Finally, diet quality does not appear to be related to the

physical fitness variables and living in urban settings is related to a minor presence in the percentile 75 group for all the fitness variables except for sit and reach and agility 10 x 5 m run.

TABLE 2
Comparison of level attained in the different physical fitness test as a function of compliance with physical activity guidelines (t-test)

	ufficiently active (n=52) ±SD	Insufficiently active (n=241) M±SD	t	p
BMI (kg·m ⁻²)	16.39 ± 2.91	18.78 ± 3.59	-4.479	0.000
Sit and reach (cm)	1.41 ± 6.50	1.26 ± 6.41	0.154	0.878
Handgrip – right (N)	182.76 ± 40.61	173.44 ± 42.67	1.437	0.152
Handgrip – left (N)	175.79 ± 41.49	162.06 ± 40.12	2.234	0.026
Horizontal jump (cm)	133.02 ± 52.69	101.82 ± 50.79	3.949	0.000
Agility 10 x 5 m run (s)	22.18 ± 3.77	24.84 ± 5.00	-3.540	0.000
20 m shuttle run (step)	6.80 ± 1.12	3.35 ± 1.49	15.624	0.00

TABLE 3
Multinomial logistic regression model examining good physical fitness status (= percentile 75) as a function of selected lifestyle-related variables

	Sit and reach R (95% CI)	Handgrip – right OR (95% CI)	Handgrip – left OR (95% CI)	Horizontal jump OR (95% CI)	Agility 10 x 5 m OR (95% CI)	20 m shuttle run OR (95% CI)
Gender						
Female	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Male	0.27 (0.14-0.53) _‡	0.94 (0.307-2.86)	0.69 (0.37-1.31)	4.26 (0.22-0.83)*	0.32 (0.16-0.64) _‡	5.48 (2.70-11.10) _‡
Body mass index						
Overweight	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Normal	1.33 (0.67-2.65)	0.07 (0.02-0.29) _‡	0.26 (0.08-0.84)*	4.54 (2.12-9.68) _‡	2.65 (1.25-5.63)*	12.14 (4.90-30.05) _‡
Physical activity						
Insufficiently active	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sufficiently active	1.05 (0.45-2.44)	0.58 (0.14-2.44)	2.38 (1.02-5.55)*	7.42 (2.84-19.36) _‡	7.08 (2.85-17.61) _‡	2.78 (2.05-3.75) _‡
Mediterranean diet index						
Low index	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
High index	0.79 (0.40-1.56)	0.65 (0.22-1.92)	1.46 (0.74-2.89)	0.50 (0.24-1.01)	0.81 (0.39-1.68)	1.82 (0.88-3.74)
Population size						
Rural	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Urban	0.83 (0.43-1.59)	0.07 (0.10-0.29) _‡	0.11 (0.05-0.23) _‡	0.006 (0.001-0.02) _‡	1.05 (0.55-2.04)	0.213 (0.10-0.43) _‡

Note: Comparison group is “≤ percentile 25”; * $p < 0.05$, ‡ $p < 0.001$, † $p < 0.000$

DISCUSSION

As it has been described by other authors, it seems that meeting the physical activity guidelines mentioned in this study results in a better physical fitness (22). Nevertheless, most of Spanish youth show a sedentary lifestyle (23) far from the recommendations given by the Spanish Ministry of Health and limiting their physical activity to the physical education classes received at school. It is important to highlight the fact that physical education in Spain only comprises two sessions of one hour per week. Whereas for children and youth it is possible to achieve some health recommendations in terms of

physical fitness in only two hours per week by a regular and intense exercise program (24), most of Spanish scholar children do not elicit benefits from physical education classes, because it is not possible to develop an intense training program during those classes with all the items included in the actual curricula. It would be desirable to increase the importance of scholar physical education, as well as non-scholar physical activity, because it can greatly contribute to promote a healthy lifestyle during lifespan (25,26).

Even though some studies describe differences between boys and girls before reaching puberty (27), it is not totally clear that there should be differences between boys and girls

performing physical fitness tests until then (28). In our study, the disparity observed in the results of the physical fitness tests according to sex could be explained by the greater proportion of boys that fulfilled the physical activity guidelines in comparison to girls (22.6% versus 13.4%). This difference in regular exercise practice between gender groups has been already described in Spain by Roman *et al.* (23).

A higher BMI is associated with a poorer performance in most of the selected fitness variables, and it seems that the overweight children, when compared with normal-weight counterparts, had lower performances on those tests requiring propulsion or lifting the body mass: horizontal jump ($p < 0.000$), 10 x 5 m agility run ($p < 0.05$) and endurance shuttle run ($p < 0.000$). However, overweight seems to be a factor associated with increased hand grip strength of both hands ($p < 0.05$), as it has also been described by Casajús *et al.* for overweight Spanish children (29).

The apparent relationship between an active lifestyle and a good diet quality described by other authors (30) can not be confirmed by our study, maybe because of the different method employed in each study to assess the diet quality. Nonetheless, it has been observed a positive relationship between aerobic fitness and major food groups showing that active boys and girls eat more vegetables and other carbohydrates-enriched meals and less meat or fish servings per week (31). However, habitual exercise might lead to a better aerobic fitness and to a greater energy expenditure, and theoretically, to greater energy requirements. However, a bigger amount of energy intake or certain food groups doesn't mean quality, and usually, from a healthy point of view, athletes show an incorrect dietary pattern (32, 33), not meeting Mediterranean diet guidelines, from a qualitative point of view as used in this study.

Living in rural setting means belonging to the 75 percentile group in five of the seven fitness tests, except for sitting and reaching and 10 x 5 m agility run, although from the point of view of the promotion of an active lifestyle, living in rural areas is often associated with a lower prevalence of physical activity, higher BMI and poorer physical fitness (34). The results obtained by other authors in European or Latin American population are consistent with our results (35-37), and the difference with the North American youth population may be explained by the importance of the built environment in an active use of recreation or sport sites and active transportation to these places (14). The social built environment, and the roles of proximity and active transportation in Spain are very different to those in U.S.A., and these facts and their impact on the amount of children's leisure time might make a difference in the findings of this study. In this regard, more research is needed.

In conclusion, our results show that physical fitness is better in those children that meet the recommendations of practice of physical activity, at least one hour of MVPA, five times a

week. Sex, BMI and neighbourhood's characteristics (rural or urban) are variables that are associated with physical fitness, while there is no relationship between diet quality and physical performance in school children.

REFERENCES

1. Erikssen G. Physical fitness and changes in mortality: the survival of the fittest. *Sports Med.* 2001;31(8):571-6.
2. Myers J, Kaykha A, George S, Abella J, Zaheer N, Lear S, et al. Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *Am J Med.* 2004;117(12):912-8.
3. Peterson MJ, Giuliani C, Morey MC, Pieper CF, Evenson KR, Mercer V, et al. Physical activity as a preventative factor for frailty: the Health, Aging, and Body Composition Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(1):61-8.
4. Kemper HCG, De Vente W, Van Mechelen W, Twisk JWR. Adolescent motor skill and performance: is physical activity in adolescence related to adult physical fitness? *Am J Hum Biol.* 2001;13(2):180-9.
5. Twisk JWR, Kemper HCG, vanMechelen W, Post GB. Tracking of risk factors for coronary heart disease over a 14-year period: a comparison between lifestyle and biologic risk factors with data from the Amsterdam Growth and Health Study. *Am J Epidemiol.* 1997;145(10):888-98.
6. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CAMJ.* 2006;174(6):801-9.
7. US Department of Health and Human Services. Healthy People 2010. Understanding and improving health. 2000.
8. Pate RR, Freedson PS, Sallis JF, Taylor WC, Sirard J, Trost SG, et al. Compliance with physical activity guidelines: prevalence in a population of children and youth. *Ann Epidemiol.* 2002;12(5):303-8.
9. Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Prevention. At least five a week: evidence on the impact of physical activity and its relationship to health. A report from the Chief Medical Officer. London: Department of Health; 2004.
10. Ministerio de Sanidad y Consumo – Ministerio de Educación y Ciencia. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación. Madrid: Grafo; 2006.
11. Van der Horst K, Paw M, Twisk JWR, Van Mechelen W. A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1241-50.
12. Legros P, Rieu M. Physical capacities in men versus women. *Sci Sports.* 1990;5(4):203-14.
13. Saavedra JM, Torres S, Caro B, Escalante Y, De la Cruz E, Duran MJ, et al. Relationship between health-related fitness and educational and income levels in Spanish women. *Public Health.* 2008;122(8):794-800.
14. Grow HM, Saelens BE, Kerr J, Durant NH, Norman GJ, Sallis JF. Where are youth active? Roles of proximity, active transport, and built environment. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(12):2071-9.
15. Elder SJ, Roberts SB. The effects of exercise on food intake and body fatness: a summary of published studies. *Nutr Rev.* 2007;65(1):1-19.

16. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320(7244):1240-3.
17. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Bergman P, Hagstromer M, et al. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes*. 2008;32:S49-S57.
18. Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1982;49(1):1-12.
19. Bratteby LE, Sandhagen B, Fan H, Samuelson G. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *Eur J Clin Nutr*. 1997;51(9):585-91.
20. Ridley K, Ainsworth BE, Olds TS. Development of a compendium of energy expenditures for youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2008;5.
21. Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, García A, Pérez-Rodrigo C, et al. Food, youth and the mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr*. 2004;7(7):931-5.
22. Malina RM, Katzmarzyk PT. Physical activity and fitness in an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull*. 2006;27(4):S295-S313.
23. Roman B, Serra-Majem L, Ribas-Barba L, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J. How many children and adolescents in Spain comply with the recommendations on physical activity? *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48(3):380-7.
24. Baquet G, Guinhouya C, Dupont G, Nourry C, Berthoin S. Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *J Strength Cond Res*. 2004;18(4):708-13.
25. Shephard RJ, Trudeau F. The legacy of physical education: influences on adult lifestyle. *Pediatr Exerc Sci*. 2000;12(1):34-50.
26. Tovar G, Poveda JG, Pinilla MI, Lobelo F. Relationship between overweight, physical activity and physical fitness in school-aged boys in Bogota Colombia. *Arch Latinoam Nutr*. 2008;58(3):265-73.
27. Starker A, Lampert T, Worth A, Oberger J, Kahl H, Bos K. Motor fitness. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*. 2007;50(5-6):775-83.
28. Krombholz H. Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Percept Mot Skills*. 2006;102(2):477-84.
29. Casajus JA, Leiva MT, Villarroya A, Legaz A, Moreno LA. Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Ann Nutr Metab*. 2007;51(3):288-96.
30. Rainey CJ, McKeown RE, Sargent RG, Valois RF. Adolescent athleticism, exercise, body image, and dietary practices. *Am J Health Behav*. 1998;22(3):193-205.
31. Torres MD, Sancho L, Pérez G, Campillo JE. Physical exercise, physical fitness, nutritional patterns and tobacco and alcohol consumption in a population of young Spanish people. *Biol Sport*. 2004;21(3):249-60.
32. Klepping J, Fuchs F, Boggio V, Moreau D, Guillard JC, Penaranda T, et al. Evaluation of vitamin and mineral intakes in adolescent and adult athletes. *Sci Sports*. 1988;3(2):157-72.
33. Nogueira JAD, Da Costa THM. Nutritional status of endurance athletes: what is the available information? *Arch Latinoam Nutr*. 2005;55(1):15-22.
34. Joens-Matre RR, Welk GJ, Calabro MA, Russell DW, Nicklay E, Hensley LD. Rural-urban differences in physical activity, physical fitness, and overweight prevalence of children. *J Rural Health*. 2008;24(1):49-54.
35. Glaner M. Nivel de atividade física e aptidão física relacionada à saúde em rapazes rurais e urbanos. *Rev Paul Educ Fís*. 2002;16(1):76-85.
36. Ozdirenc M, Ozcan A, Akin F, Gelecek N. Physical fitness in rural children compared with urban children in Turkey. *Pediatr Int*. 2005;47(1):26-31.
37. Peña Reyes ME, Tan SK, Malina RM. Urban-rural contrasts in the physical fitness of school children in Oaxaca, Mexico. *Am J Hum Biol*. 2003;15(6):800-13.

Recibido: 12-01-2910

Aceptado: 12-11-2010

Aceptación hacia yogurt con diferentes ingredientes funcionales en consumidores de supermercados del sur de Chile

Berta Schnettler, Carolina Shene, Mónica Rubilar, Horacio Miranda, José Sepúlveda, Marianela Denegri y Germán Lobos

Dpto. de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Dpto. de Psicología, Facultad de Educación y Humanidades. Universidad de La Frontera. Centro de Biotecnología de los alimentos y Bioseparación. BIOREN-UFRO. Escuela de Ingeniería Comercial, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Talca, Talca, Chile.

RESUMEN. Considerando el interés por el rol de los alimentos en el mejoramiento del bienestar y salud, el objetivo del trabajo fue distinguir tipologías de consumidores según sus preferencias hacia diferentes ingredientes funcionales, saborizantes, colorantes y precios de yogurt en Temuco, Región de La Araucanía, Chile. Se aplicó un cuestionario semiestructurado a 400 compradores de supermercados. Los encuestados ordenaron según sus preferencias ocho alternativas de yogurt con diferentes ingredientes funcionales (fibra, antioxidantes), saborizantes (azúcar, endulzante), colorantes (natural, artificial) y tres opciones de precio mediante un diseño factorial fraccionado de análisis conjunto. Se evaluaron variables que inciden en el conocimiento de “alimento funcional” mediante un modelo logit binomial nominal. Utilizando análisis conjunto se determinó, en general, preferencia por el yogurt con fibra, endulzante, colorantes naturales, al menor precio. Mediante análisis de conglomerados jerárquicos se distinguieron tres tipologías, la mayor (48,8%) mostró la superior preferencia hacia la fibra. La segunda (41,7%), también prefirió la fibra, pero privilegió los colorantes artificiales y un mayor precio. La minoritaria (9,5%) fue la única que prefirió los antioxidantes. Las tipologías difirieron significativamente en la satisfacción con su alimentación, conocimiento de la función de la fibra y en la presencia de cáncer y obesidad en algún integrante de la familia del encuestado. El modelo logit binomial fue significativo ($P<0,01$), indicando que si el consumidor tiene trabajo o ha tenido acceso a información de alimentos funcionales aumenta la probabilidad de que conozca su significado. Por tanto, fue mayoritaria la aceptación hacia yogurt enriquecido con fibra y adición de endulzante.

Palabras clave: Alimentos funcionales, fibra, antioxidantes, logit binomial nominal.

INTRODUCCION

La sociedad actual se caracteriza por un aumento de la conciencia por el cuidado de la salud y un creciente interés por el rol de los alimentos en el mejoramiento del bienestar y salud de los consumidores (1-3). El interés actual se centra en la relación entre la alimentación y las enfermedades crónicas no transmisibles y en los efectos de la nutrición en las funciones cognitivas, inmunitarias, capacidad de trabajo y rendimien-

SUMMARY. Acceptance of yoghurt with different functional ingredients among consumers in supermarkets in southern Chile.

In view of the interest in the role of foodstuffs in improving well-being and health, the object of this study is to distinguish consumer typologies in Temuco, La Araucanía Region, Chile, according to their preferences for different functional ingredients, flavouring, colouring and price in yoghurt. A semi-structured survey was applied to 400 supermarket customers. The respondents ordered eight alternative yoghurts according to their preferences, with different functional ingredients (fibre, antioxidants), flavourings (sugar, sweetener), colouring (natural, artificial) and three price options, for a conjoint analysis with fractional factorial design. Variables affecting knowledge of “functional food” were evaluated using a binomial logit model. It was determined by conjoint analysis that in general a preference existed for yoghurt containing fibre, sweetener, natural colouring, and at the lowest price. Three typologies were distinguished by analysis of hierarchical conglomerates: the majority segment (48.8%) displayed a greater preference for fibre; the second (41.7%) also preferred fibre, but gave first priority to artificial colouring and preferred a higher price. The minority (9.5%) was the only segment to prefer antioxidants. The typologies differed significantly in satisfaction with their food-related life, knowledge of the function of fibre and presence of cancer and obesity in some member of the respondent’s family. The binomial logit model was significant ($P<0.01$), indicating that If the consumer has a job or has had access to information on functional foods, the probability increased of knowledge of what these mean. There was thus majority acceptance of yoghurt enriched with fibre and with added sweetener.

Key words: Functional foods, fibre, antioxidants, binomial logit.

to deportivo (4). En respuesta a esto la industria alimentaria ha desarrollado los llamados “alimentos funcionales”. Estos son definidos como aquellos que pueden demostrar satisfactoriamente que ejercen un efecto beneficioso en una o más funciones principales del cuerpo humano, más allá de efectos nutricionales adecuados, mejorando la salud y el bienestar de la persona y/o disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades (5). Resultados de varios estudios indican una tendencia generalizada de los consumidores a evaluar positivamente los

alimentos funcionales (6-13), aunque existe evidencia de que la aceptación depende del ingrediente funcional (8, 12, 13). Paralelamente, los consumidores desean que el alimento funcional, además de ser beneficioso para la salud, tenga buenas características organolépticas (3). No obstante lo anterior, aun es bajo el conocimiento de los consumidores en relación a los alimentos funcionales y sus beneficios para la salud (14). Al respecto, International Food Information Council Foundation (IFIC) (15) concluyó que el no consumo de estos alimentos se explica por falta de conocimiento al respecto. En forma similar, Hillian (16) determinó que el conocimiento del alimento y de sus ingredientes ha contribuido positivamente con el éxito de los alimentos funcionales en el Reino Unido.

Además, las preferencias por los alimentos funcionales se relacionan con las características del consumidor (11). En la elección de compra inciden las características sociodemográficas y las actitudes, que difieren entre distintos segmentos de consumidores (17). Así es como existe evidencia de diferencias entre consumidores de distintos países y continentes (18), género (15,19-21), educación (15,19,21-23), edad (13,15,19,21-23), nivel socioeconómico (19,23) y presencia de niños pequeños en el hogar (22). Sin embargo, otros autores no han encontrado diferencias sociodemográficas en la aceptación de alimentos funcionales (17,24-26), pero se han detectado grupos de consumidores proclives a éstos, caracterizados como aquellos que creen en los beneficios de los alimentos funcionales (17), los consideran necesarios (26) y que han enfrentado enfermedades en parientes con consecuencias económicas y sociales negativas (17,19), debido a que se ha detectado que una de las motivaciones más relevantes en el consumo de alimentos funcionales corresponde a la prevención (27,28).

Considerando que Chile ha vivido un acelerado proceso de transición epidemiológica y nutricional, con un predominio de enfermedades crónicas no transmisibles (29), el objetivo de este estudio fue distinguir diferentes tipologías de consumidores en la ciudad de Temuco, capital de la Región de La Araucanía, Chile, según sus preferencias hacia diferentes ingredientes funcionales, saborizantes, colorantes y precios en un alimento de origen lácteo. Como caso de estudio se eligió el yogurt, debido a que normalmente se asocia con un alimento sano en Chile, donde además desde hace varios años se realiza una campaña que incentiva un mayor consumo de leche y productos lácteos. Paralelamente, se evaluaron posibles variables que inciden en el conocimiento del significado de "alimento funcional".

METODOS

El tamaño de la muestra ($n = 400$) se obtuvo mediante la fórmula de muestreo aleatorio simple para poblaciones no finitas ($N > 100.000$; Temuco: 245.347 habitantes totales al

Censo de 2002, $38^{\circ}45'S$, $73^{\circ}03'W$), considerando 95% de confianza, 5% de error de estimación y dispersión máxima ($p = q = 0,5$), lo que implica esperar el mayor nivel de variación de la opinión del colectivo total sobre el tema analizado respecto al valor medio (30).

Como instrumento de recogida de información se utilizó un cuestionario semiestructurado. La primera pregunta consultó si el entrevistado o alguna persona de su grupo familiar padecían tres tipos de enfermedades: cardíacas, cáncer u obesidad (respuesta cerrada: Si, No). La segunda consultó si el entrevistado había recibido información de alimentos funcionales y la tercera si conocía su significado (respuestas cerradas: Si, No). Si el encuestado contestaba afirmativamente la tercera pregunta, se le solicitaba que explicara dicho significado en forma abierta. La quinta pregunta consistió en afirmaciones que el entrevistado debió calificar como verdaderas o falsas: a) Los antioxidantes eliminan los radicales libres del cuerpo, que son responsables de la oxidación celular y b) La fibra contribuye a la salud del intestino. La sexta pregunta correspondió a la escala SWFL (Satisfaction with Food-related Life), que fue propuesta y probada por Grunert et al. (32) en ocho países europeos, mostrando adecuados niveles de consistencia interna (α de Cronbach 0,83) y la existencia de una sola dimensión que agrupa los cinco ítems de la escala: 1. Los alimentos y comidas son elementos muy positivos en mi vida. 2. Yo estoy muy complacido con mi alimentación. 3. Mi vida en relación a los alimentos y comidas se acerca al ideal. 4. Respecto a los alimentos, mi condición de vida es excelente. 5. Los alimentos y comidas me proporcionan gran satisfacción en mi vida diaria. El encuestado debió responder su grado de acuerdo con cada una de estas afirmaciones mediante una escala tipo Likert de 6 niveles (1: completamente en desacuerdo, 6: completamente de acuerdo). Se incluyeron preguntas de clasificación de los encuestados: sexo, edad, zona de residencia, número de integrantes del hogar, presencia de hijos y su edad, ocupación y estudios del jefe de hogar y, la tenencia de 10 bienes domésticos, estas dos últimas variables para determinar el grupo socioeconómico correspondiente a ABC1 (alto y medio alto), C2 (medio-medio), C3 (medio-bajo), D (bajo) y E (muy bajo) (31).

Para determinar las preferencias hacia diferentes ingredientes funcionales, saborizantes, colorantes y precios en un alimento de origen lácteo, se utilizó análisis conjunto (AC), que corresponde a una técnica multivariada que permite estimar la importancia relativa de los atributos de un producto y, estimar valores parciales de utilidad para cada nivel de un atributo. Los valores parciales de utilidad estimados indican cuan influyente es cada nivel de un atributo en la formación de preferencias para una combinación en particular, es decir, representan el grado de preferencia por cada nivel de cada atributo (33). Para el atributo tipo de ingrediente funcional se definieron los niveles: fibra y

antioxidantes. Dentro de tipo de saborizante se definió azúcar y endulzante (aspartame o sucralosa). En tipo de colorante se definió natural y artificial. Los niveles de precio fueron establecidos en base a los precios existentes en el mercado de Temuco para envases de yogurt de 125 g al momento de la encuesta: US\$ 0,18, US\$ 0,20 y US\$ 0,22. Los valores en moneda nacional (\$) chilenos fueron convertidos a dólares usando el valor promedio de 2009 (\$559,61/US\$) (34). A partir de estos atributos y niveles se obtienen 24 combinaciones o estímulos (2x2x2x3). Sin embargo para facilitar la respuesta de los encuestados se optó por usar un diseño factorial

fraccionado, que corresponde a una muestra de los posibles estímulos a obtener de la combinación de todos los niveles de los atributos en estudio (33). El diseño factorial fraccionado se obtuvo con asistencia de la opción otrhoplan del SPSS, permitiendo reducir el número de estímulos de 24 a ocho con una especificación para cada atributo, identificados con una letra desde la A hasta la H (Figura 1). La función de preferencia correspondió al Modelo de Punto Ideal (33). A los encuestados se les solicitó que ordenaran las alternativas desde la más hasta la menos preferida usando una escala de 1 a 8 (1 = más preferida; 8 = menos preferida).

FIGURA 1

Combinaciones de estímulos correspondientes al diseño factorial fraccionado del análisis conjunto

<p>Alternativa A</p>  <p>\$110</p>	<p>Alternativa B</p>  <p>\$125</p>	<p>Alternativa C</p>  <p>\$100</p>	<p>Alternativa D</p>  <p>\$100</p>
<p>Alternativa E</p>  <p>\$100</p>	<p>Alternativa F</p>  <p>\$125</p>	<p>Alternativa G</p>  <p>\$100</p>	<p>Alternativa H</p>  <p>\$110</p>

La encuesta fue aplicada al azar por dos encuestadores previamente entrenados (alumnos de quinto año de la carrera de Agronomía, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile) en dos supermercados de Temuco entre enero y marzo de 2010, posterior a la validación del cuestionario mediante un pretest con 5% de la muestra. La realización del estudio fue aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera.

Análisis estadístico

Para la estimación de los valores parciales de utilidad, se utilizó un modelo conjunto de tipo aditivo (33). Para el atributo precio, se estableció una relación lineal, debido a que generalmente a mayor precio la utilidad o preferencia es menor. Los atributos restantes fueron considerados como variables discretas. Valores parciales de utilidad más altos indican mayor preferencia por parte del consumidor, y viceversa, valores

más bajos menor preferencia o rechazo en el caso de valores parciales de utilidad negativos. Dado que las estimaciones de los valores parciales de la utilidad están en una escala común, la importancia de cada atributo se define en términos del rango de valores parciales en todos los niveles de ese atributo, dividido por la suma de los rangos para todos los factores. La importancia relativa del atributo se normaliza con la finalidad de determinar la importancia relativa de los otros atributos (33). Para determinar la bondad de ajuste del modelo se utilizó correlación de Pearson y, se usó la Tau de Kendall para determinar si la ordenación de los estímulos estimada según la función de ordenación corresponde con la ordenación real del encuestado (33).

Para determinar tipologías de consumidores según sus preferencias hacia diferentes ingredientes funcionales, saborizantes, colorantes y precios en yogurt, se usó análisis de conglomerados jerárquicos, con el método de Ward como

forma de encadenamiento y la distancia euclídea al cuadrado como medida de similitud entre objetos (33). El número de grupos se obtuvo mediante la determinación del porcentaje de cambio de los coeficientes de conglomeración recompuestos. Para describir los segmentos se aplicó test de Chi² para las variables discretas (P≤0,001 ó P≤0,05) (35), y análisis de varianza de un factor para los valores de importancia de los atributos y utilidades de los niveles de los atributos, con un nivel de confianza de 99% y/o 95%. Dependiendo de los resultados obtenidos mediante el cálculo del estadístico de Levene, las variables cuyo análisis de varianza dio como resultado diferencias significativas (P≤0,001 ó P≤0,05), fueron sometidas a la Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey (varianzas homogéneas) o a la Prueba T3 de Dunnett (varianzas no homogéneas) (35). Se usó el programa SPSS 16.0 (SPSS.Inc., USA) para Windows.

Modelo logit para evaluar variables que inciden en el conocimiento de “alimento funcional”

El análisis logit de elección binaria, o modelo de probabilidad condicionada (36), corresponde a un tipo de análisis estadístico multivariante que permite relacionar variables categóricas de dos o más categorías considerando una en particular como dependiente de las demás, a través de funciones de regresión de sus logaritmos (37,38). Si se define $p(y = j / x_1)$ como la probabilidad condicionada de observar la categoría j

dados un conjunto de variables explicativas x_i ($i = 1, 2, \dots, k$), entonces si existen j categorías de respuesta ($j = 0, 1, 2, \dots, J$) habrá J ecuaciones que se deberían resolver. Por lo tanto $p(y = j / x_1)$ es una función de las combinaciones lineales $\beta_j x$, donde β_j es el vector de parámetros y x es el vector de regresores. La ecuación del modelo de regresión logit binomial simple se puede generalizar para κ variables independientes, lo cual permite obtener la ecuación del modelo de regresión logit binomial múltiple, esto es:

$$p(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-\beta'x}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\beta'x}}{1 + e^{\beta'x}} + \varepsilon_i = \Lambda(\beta'x) \quad [1]$$

Donde ρ es la probabilidad del proceso binomial, $\Lambda(\beta'x)$ es la función de distribución de probabilidad logística y el término aleatorio ε_i (“ruido blanco”) sigue una distribución logística con media cero y varianza $\pi^2/3$ (36). A partir de la expresión [1] se puede obtener la Función de Densidad de Probabilidad (PDF) logística siguiente:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad [2]$$

Donde $z = \beta_0 + \beta_j x_j$. En la expresión [2] se puede verificar que si z se encuentra dentro del rango de $-\infty$ a $+\infty$ entonces p se encuentra dentro de un rango de 0 a 1, y que ρ no está linealmente relacionado con z, es decir, con la variable x.

TABLA 1

Definición de variables dependientes y variables explicativas para el modelo de regresión logit binomial nominal generado para conocimiento del significado de alimento funcional (AF) con variables socioeconómicas, de información y salud. Temuco, Chile. Marzo 2010

Modelo	Dimensión	Categoría	Código (valores)	Definición (etiqueta)
Variables dependientes:				
Conocimiento del significado de alimento funcional (AF)		Binomial	0	No conoce
			1	Si conoce
Variables explicativas:				
Sexo	Demográfica	Binaria	0/1	Masculino/Femenino
Edad	Demográfica	Binaria	0/1	>35 años/<35 años
Tamaño de la familia	Demográfica	Binaria	0/1	1-2 int./=3 integrantes
Presencia y edad hijos	Demográfica	Binaria	0/1	Sin hijos/Con hijos
Ocupación	Demográfica	Binaria	0/1	Cuenta propia, empresario, empleados particulares y públicos/Jubilados, cesantes, otra situación laboral
Grupos socioeconómico (GSE)	Demográfica	Binaria	0/1	C3, D, E/ABC1, C2
Zona de residencia	Demográfica	Binaria	0/1	Urbana/Rural
Recibido información AF	Información	Binaria	0/1	No/Si
Conoce función de la fibra	Información	Binaria	0/1	No/Si
Conoce función de antioxidantes	Información	Binaria	0/1	No/Si
Integrante del hogar con cáncer	Salud	Binaria	0/1	No/Si
Integrante del hogar con obesidad	Salud	Binaria	0/1	No/Si

AF: alimentos funcionales

Los parámetros del modelo logit fueron estimados por el método de máxima verosimilitud (36,39). Se utilizaron las siguientes medidas de la bondad de ajuste del modelo: R^2 adj de Nagelkerke (Pseudo- R^2), $-2 \log$ de verosimilitud y la prueba de Hosmer-Lemeshow. Para medir la significancia estadística de las variables explicativas se utilizó el estadístico Wald. La especificación de la variable dependiente y explicativas del modelo generado se presentan en la Tabla 1. La variable dependiente (binomial) del modelo fue el conocimiento del significado de alimento funcional, el cual puede tomar dos valores: Si conoce = 1, No conoce = 0.

RESULTADOS

Se realizó una encuesta personal a una muestra de 400 consumidores mayores de 18 años de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía Chile, que fueran responsables de las compras de alimentos para su hogar. La Tabla 2 presenta la descripción porcentual de la muestra de consumidores encuestados. Predominaron las mujeres (55,2%), personas entre 35 y 54 años (42,0%), de familias con tres a cuatro integrantes (50,0%; media: 3,54), sin hijos (36,5%), trabajadores por cuenta propia (30,5%) y empleados particulares (29,8%), del grupo socioeconómico ABC1 (49,5%) y de residencia urbana (89,5%). Respecto a la escala de satisfacción con la propia alimentación (SWFL), mediante análisis factorial de componentes principales (rotación varimax) se obtuvo la existencia de un solo factor para el total de los ítems con el 60,5% de la varianza explicada. El coeficiente α Cronbach obtenido (0,833) indica un adecuado nivel de consistencia interna y permite concluir que se trata de una escala fiable (35). Así predominaron aquellos sujetos satisfechos (53,0%) y extremadamente satisfechos (36,5%) con su alimentación. Respecto a las enfermedades consultadas, la de mayor presencia fue la obesidad (18,5%). La proporción de personas que había tenido acceso previo a información de alimentos funcionales bordeó el 32%, mientras que el porcentaje que sabía su significado alcanzó sólo a 17,5%. A pesar de lo anterior, las proporciones de encuestados que conocían la función de los antioxidantes y de la fibra fueron altas (68,8% y 87,0%).

TABLA 2
Descripción porcentual de la muestra de compradores habituales de supermercados de la ciudad de Temuco, Chile. Marzo de 2010

Muestra	Composición	Muestra total (n = 400)
Sexo	Femenino	55,2
	Masculino	44,8
Edad	< de 35 años	34,5
	35-54 años	42,0
	55 años o más	23,5
Tamaño de la familia	1-2 integrantes	26,5
	3-4 integrantes	50,0
	5 ó más	23,5
Presencia y edad hijos	Sin hijos	36,5
	Hijos menores de 5 años	21,8
	Hijos entre 5 y 12 años	20,0
	Hijos entre 13 y 17 años	10,8
	Hijos mayores de edad	11,0
Ocupación	Cuenta propia ¹	30,5
	Empresario ²	11,0
	Empleado particular	29,8
	Empleado público	16,2
	Jubilado	8,5
	Cesante	2,8
Grupo socioeconómico	Otra situación laboral	1,2
	ABC1	49,5
	C2	28,8
	C3	14,8
	D	6,5
	E	0,5
Zona de residencia	Rural	89,5
	Urbana	10,5
Satisfacción con la alimentación	Insatisfecho	1,5
	Medianamente satisfecho	9,0
	Satisfecho	53,0
	Extremadamente satisfecho	36,5
Enfermedades en el grupo familiar	Cardíacas	8,8
	Cáncer	3,8
	Obesidad	18,5
Ha recibido información alimentos funcionales		31,2
Sabe lo que significa que un alimento sea funcional		17,5
Conoce correctamente función de los antioxidantes		68,8
Conoce correctamente función de la fibra		87,0

¹ Trabajador por cuenta propia es la persona que trabaja en forma independiente, sin ocupar personal remunerado y que explota su propio negocio.

² Empresario es la persona que dirige su propia empresa y que contrata uno o más empleados.

Como se observa en la Tabla 3, mediante análisis conjunto se obtuvo en la muestra total que el factor de mayor importancia en la compra de yogurt fue el tipo de ingrediente funcional, seguido por el tipo de colorante, el precio y, finalmente, el tipo de saborizante. Los signos de los valores de utilidad indican preferencia por la fibra (utilidad positiva) por sobre los antioxidantes (utilidad negativa). En forma similar los consumidores prefirieron que el yogurt posea endulzante por sobre el azúcar y, colorantes naturales por sobre los artificiales. Los tres niveles de precio reportaron pérdidas

de utilidad, las que se incrementaron (cifras de utilidad más negativas) al acceder a comprar el yogurt a un mayor precio, lo que permite sugerir que el consumidor no asocia un precio mayor con superior calidad. Los coeficientes de correlación de Pearson (0,998) y Tau de Kendall (0,999) fueron valores muy cercanos a 1, lo que indica una buena bondad de ajuste del modelo conjunto y que la ordenación de los estímulos presentados en las tarjetas, corresponde con la ordenación global del encuestado, siendo ambos estadísticamente significativos ($P=0,000$) (33).

TABLA 3
Importancia (%) del tipo de agente funcional, tipo de saborizante, tipo de colorante y precio en la compra de yogurt y utilidades de los niveles de cada atributo obtenidos con análisis conjunto en la muestra total y correspondiente a grupos obtenidos con análisis de conglomerados jerárquicos en la ciudad de Temuco, Chile.
Marzo de 2010

	Muestra total	Grupo 1 n = 195	Grupo 2 n = 38	Grupo 3 n = 167	F	P
Importancia atributos						
Ingrediente funcional ^b	31,9	36,1 a	9,7 b	32,2 a	24,621	0,000 **
Tipo de saborizante ^b	20,4	19,0 b	15,9 b	22,9 a	5,331	0,005 *
Tipo de colorante	24,3	25,1	20,2	24,3	0,209	0,209
Precio ^a	23,4	19,8 b	54,2 a	20,6 b	86,632	0,000 **
Utilidad niveles de atributos						
Fibra ^b	0,468	0,756 a	-0,134 b	0,269 b	13,249	0,000 **
Antioxidante ^b	-0,468	-0,756 b	0,134 a	-0,269 a	12,916	0,000 **
Azúcar	-0,216	-0,144	-0,104	-0,257	2,162	0,116
Endulzante (aspartame o sucralosa)	0,208	0,144	0,104	0,257	2,435	0,116
Colorante natural ^a	0,302	0,577 a	0,748 a	-0,121 b	36,064	0,000 **
Colorante artificial ^a	-0,302	-0,577 b	-0,748 b	0,121 a	36,484	0,000 **
Precio US\$0,18/envase de 125 g ^b	-0,221	-0,573 b	-2,129 c	0,623 a	464,586	0,000 **
Precio US\$0,20/envase de 125 g ^b	-0,467	-1,214 b	-4,259 c	1,268 a	525,703	0,000 **
Precio US\$0,22/envase de 125 g ^b	-0,706	-1,828 b	-6,388 c	1,895 a	526,675	0,000 **

Cifras de utilidad en los distintos niveles de un atributo con signo positivo indican preferencia del Consumidor, Utilidades con signo negativo indican pérdida de utilidad para el consumidor o rechazo, Cifras más negativas indican mayor pérdida de utilidad,

** Significativo al 1%, * Significativo al 5%,

^a Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativas según Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey ($p \leq 0,001$), Varianzas homogéneas,

^b Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativas según Prueba de Comparaciones T3 de Dunnett ($p \leq 0,001$), Varianzas no homogéneas,

Segmentos de consumidores

Mediante análisis de conglomerados jerárquicos, fue posible distinguir tres grupos de consumidores con diferencias estadísticamente significativas en la importancia asignada al tipo de ingrediente funcional, precio, preferencia hacia fibra, antioxidantes, colorantes naturales, colorantes artificiales, los tres niveles de precio ($p \leq 0,001$) y en la importancia otorgada al tipo de saborizante ($p \leq 0,001$), no así según la importancia

dada al tipo de colorante y preferencia hacia el azúcar u otro tipo de endulzante ($p > 0,05$) (Tabla 3). La Tabla 4 presenta las características en que los grupos identificados presentaron diferencias significativas: nivel de satisfacción con su alimentación, conocimiento sobre la función de la fibra, y la presencia de personas dentro del grupo familiar con cáncer y obesidad ($P \leq 0,05$). Las características principales de los grupos obtenidos se describen a continuación:

TABLA 4
 Características con diferencias significativas según la Prueba Chi² de grupos identificados mediante análisis de conglomerados jerárquicos en compradores de supermercados de la ciudad de Temuco, Chile, Marzo de 2010

Muestra	Grupo 1 n = 195	Grupo 2 n = 38	Grupo 3 n = 167
Satisfacción con la alimentación		P = 0,017	
Insatisfecho	2,1	2,6	0,6
Medianamente satisfecho	7,7	10,5	10,2
Satisfecho	59,5	63,2	43,1
Extremadamente satisfecho	30,8	23,7	46,1
Conoce correctamente función de la fibra		P = 0,033	
Si	91,3	78,9	83,8
No	8,7	21,1	16,2
Cáncer en el grupo familiar		P = 0,004	
Si	2,1	13,2	3,6
No	97,9	86,8	96,4
Obesidad en el grupo familiar		P = 0,032	
Si	13,3	21,1	24,0
No	86,7	78,9	76,0

Valores de P obtenidos con la Prueba Chi²

En la Tabla 3 se observa que el grupo mayoritario (Grupo 1; 48,8% de la muestra) otorgó al tipo de ingrediente funcional la mayor importancia en la decisión de compra, similar al Grupo 3 pero significativamente superior al Grupo 2 ($P \leq 0,001$), con la mayor cifra de utilidad positiva o preferencia hacia el yogurt enriquecido con fibra, significativamente superior al resto de los grupos ($P \leq 0,001$). Paralelamente, el Grupo 1 mostró preferencia por el colorante natural, estadísticamente similar al Grupo 2 pero superior al Grupo 3 ($P \leq 0,001$). Respecto a la muestra total (Tabla 4), el Grupo 1 presentó mayor proporción de personas satisfechas con su alimentación (59,5%) pero menor presencia de personas extremadamente satisfechas. A la vez, fue mayor la presencia de personas que conocía la función de la fibra para la salud (91,3%) y en cuyo hogar no habían personas con problemas de obesidad. Así este grupo puede ser llamado “consumidores con alta aceptación hacia el yogurt enriquecido con fibra y con adición de colorantes naturales”.

El segundo grupo en importancia numérica (Grupo 3; 41,7% de la muestra), también dio mayor importancia al tipo de ingrediente funcional, estadísticamente similar al Grupo 1 ($P \leq 0,001$), pero la preferencia hacia el yogurt enriquecido con fibra fue significativamente inferior al Grupo 1 ($P \leq 0,001$) (Tabla 3). Cabe destacar que este grupo fue el que dio mayor importancia al tipo de saborizante, significativamente superior a los otros grupos ($P \leq 0,001$). A pesar que los grupos no difirieron en la importancia asignada al tipo de colorante, el

Grupo 3 fue el único que prefirió el colorante artificial, significativamente superior a los Grupos 1 y 2 ($P \leq 0,001$). A diferencia del comportamiento observado en la muestra total y en el resto de los grupos, el Grupo 3 fue el único que presentó cifras positivas de utilidad hacia los tres niveles de precio, incrementándose a mayor precio, lo que estaría indicando que estos consumidores asocian un mayor precio con calidad superior. Respecto a la muestra total (Tabla 4), este grupo presentó mayor proporción de personas extremadamente satisfechas con su alimentación (46,1%) pero menor de personas satisfechas, junto a una mayor presencia de encuestados que indicó que en su hogar habían integrantes con problemas de obesidad (24,0%). Así este grupo puede ser llamado “consumidores preocupados por el tipo de saborizante, que prefieren el yogurt enriquecido con fibra y con adición de colorantes artificiales”.

El grupo minoritario (Grupo 2; 9,5% de la muestra) asignó la mayor importancia al precio del producto, significativamente superior a los grupos restantes ($P \leq 0,001$) y, la menor relevancia al tipo de ingrediente funcional, significativamente inferior a los grupos restantes ($P \leq 0,001$) (Tabla 3). Este grupo presentó los valores más negativos de utilidad hacia los tres niveles de precio, significativamente inferiores a los grupos restantes ($P \leq 0,001$), lo que además implica una elevada sensibilidad frente a los aumentos de precio. El Grupo 2 fue el único que prefirió el yogurt enriquecido con antioxidantes, aunque su valor de utilidad no difirió significativamente del Grupo 3. Además, este grupo se destaca por la alta preferencia hacia el colorante natural, similar al Grupo 1 y superior al Grupo 3 ($P \leq 0,001$). En relación a la muestra total (Tabla 4) este grupo presentó mayor proporción de personas que indicaron la existencia de cáncer en alguno de los integrantes de su hogar (13,2%). Este grupo puede ser llamado “consumidores sensibles al precio, que prefieren yogurt con colorantes naturales”.

Modelo logit binomial nominal

El modelo estimado resultó significativo en su conjunto ($P \leq 0,01$), lo cual significa que el modelo es un buen predictor según las pruebas R^2 adj de Nagelkerke, $-2 \log$ de versosimilitud y Hosmer-Lemeshow (Tabla 5). De todas las variables probadas en el modelo, sólo resultaron significativas la ocupación del consumidor ($P < 0,10$) y el haber recibido información previa sobre alimentos funcionales ($P < 0,01$). Los signos positivos de los coeficientes indican que si los consumidores tienen un trabajo definido (cuenta propia, empresarios, empleados públicos o particulares) o han tenido acceso a información previa respecto a los alimentos funcionales aumenta la probabilidad de que conozcan el significado del concepto “alimento funcional”. El valor de $\text{Exp}(\beta)$ muestra la magnitud de dichas probabilidades, en un factor igual a 3,6 y 75,5 respectivamente, *ceteris paribus* todas

las otras variables explicativas incluidas en el modelo. El poder global de predicción del modelo generado alcanzó a 74,6%, al clasificar correctamente a 83,0% de las personas que

conocían el significado de alimento funcional y a 62,8% de los consumidores que no lo conocían.

TABLA 5
Resultados del modelo logit binomial nominal generado para conocimiento del significado de alimento funcional (AF) con variables sociodemográficas, de información y salud^a. Temuco, Chile. Marzo 2010

Variable dependiente: Conocimiento significado AF	Estadísticos del modelo				
	Beta	Wald	gl.	Sig.	Exp(B)
Ocupación	*1,281	3,483	1	0,062	3,602
Recibido información AF	***4,324	65,082	1	0,000	75,505
Constante	***1,084	7,630	1	0,000	0,005
Pseudo-R2 ^b	0,547				
-2 log de verosimilitud ^c	210,595***				
Test de Hosmer-Lemeshow ^d		$\chi^2 = 0,203$	gl. 2	Sig. 0,904	

a. Variables y modelos significativos al nivel *P<0,10; ***P<0,01 basados en el estadístico de Wald para significancia de variables y las pruebas Pseudo-R2, -2 log de verosimilitud y de Hosmer-Lemeshow para bondad del ajuste de los modelos.

b. El R2 de Nagelkerke es una medida proxy del coeficiente de determinación (Pseudo-R2) en el modelo logit.

c. Prueba LR (Likelihood Ratio) o logaritmo del cociente de verosimilitud. Modelo significativo al nivel ***P<0,01 dado que χ^2 calculado es menor que χ^2 tabulado con N-p grados de libertad, donde N es el número de casos (N=400) y p es el número de parámetros estimados (p=9). Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de que la verosimilitud observada no difiere de 1 (el valor de la verosimilitud para el modelo que se ajusta perfectamente).

d. Test de bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow; en este caso la ausencia de significación indica un buen ajuste del modelo, es decir, no se puede rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencia significativa entre los valores observados y los que predice el modelo.

DISCUSION

Si bien se ha detectado una generalizada aceptación hacia los alimentos funcionales principalmente en países desarrollados, la presente investigación aporta al conocimiento de las preferencias hacia determinados ingredientes funcionales, en combinación con otros atributos intrínsecos y extrínsecos del producto, en un país en vías de desarrollo de América del Sur. Al respecto, como tendencia general se obtuvo que el tipo de ingrediente funcional fue el atributo de mayor importancia relativa respecto del tipo de saborizante, colorante y precio en la compra de un yogurt en supermercados, con preferencia hacia el producto enriquecido con fibra, con endulzantes como el aspartame o la sucralosa, colorante de origen natural, al menor precio. Sin embargo, fue posible distinguir tres tipologías de consumidores con distintas preferencias. La mayor importancia del tipo de ingrediente funcional en la decisión de compra en la muestra total y en los Grupos 1 y 3 (90,5% en conjunto) indicaría preocupación de los consumidores por el cuidado de la salud

o la prevención de enfermedades, pudiendo considerarse que este resultado concuerda con la generalizada evaluación positiva de los alimentos funcionales detectada en estudios previos (6-13). No obstante, al analizar los resultados de las preferencias hacia la fibra versus los antioxidantes, es posible confirmar que la aceptación hacia los alimentos funcionales depende del ingrediente funcional (8,12,13), coincidiendo la mayor aceptación hacia el producto enriquecido con fibra con los resultados de estudios recientes en países desarrollados (12,13). Aunque en la muestra total la proporción de personas que conocía la función de los antioxidantes no fue baja, claramente fue superior la presencia de personas que conocía la función de la fibra, aspecto que podría estar explicando la mayor preferencia hacia este ingrediente con características funcionales, puesto que se ha determinado que un mayor conocimiento de los alimentos funcionales y de sus ingredientes aumentan su aceptación (16). No obstante, aunque un alto porcentaje de encuestados respondió correctamente que "los antioxidantes eliminan los radicales libres del cuerpo que son responsables de la oxidación celular", es probable

que dichos sujetos no entiendan completamente el beneficio que esto implica para la salud y, que por este motivo hayan preferido el producto enriquecido con fibra, cuyos beneficios han sido ampliamente difundidos tanto en las campañas que promueven el consumo diario de frutas y verduras, como en la publicidad en distintos medios de productos lácteos enriquecidos con fibra soluble. Este aspecto requerirá nuevas investigaciones para aclarar los motivos de esta preferencia.

Por otra parte, la obtención de tres tipologías de consumidores sin diferencias sociodemográficas entre sí concuerda con los resultados de un grupo de autores que ha concluido que estas variables no son buenas predictoras de la aceptación hacia los alimentos funcionales (17,24-26). Sin embargo, las diferencias en cuanto a la presencia de enfermedades en algún integrante del grupo familiar en las tres tipologías concuerda con estudios previos que han detectado una mayor aceptación hacia los alimentos funcionales en personas que han enfrentado enfermedades en parientes con consecuencias económicas y sociales negativas (17,19), debido a que el consumo de alimentos funcionales se asocia con la prevención de enfermedades (27,28). Así, la mayor proporción de personas que indicaron la existencia de algún integrante del grupo familiar con cáncer en el Grupo 2, se asociaría con la preferencia hacia el yogurt enriquecido con antioxidantes. En relación a lo anterior, aun cuando el rechazo hacia el azúcar y la aceptación hacia los endulzantes como aspartame o sucralosa no difirió entre las tipologías, la mayor importancia asignada en el Grupo 3 al tipo de saborizante podría deberse a la superior proporción de personas que indicó que algún integrante de su familia posee problemas de obesidad, generando una mayor preocupación por ingerir alimentos bajos en calorías. En efecto, la alta y creciente prevalencia de sobrepeso y obesidad pone en grave riesgo la salud de la población chilena (40), constituyendo el problema nutricional más relevante para la salud de la población de todas las edades (41).

Respecto al conocimiento referente a los alimentos funcionales en la muestra total, la proporción de personas que había recibido información sobre éstos puede ser considerada baja (31,2%) y más baja aún la presencia de personas que indicó saber el significado de "alimento funcional" (17,5%). Esto resulta contradictorio respecto a los relativamente altos porcentajes de personas que conocían la función de los antioxidantes y de la fibra. Es decir, si bien las personas reconocen las propiedades beneficiosas para la salud de algunos ingredientes de los alimentos, no han recibido la información necesaria que les permita identificarlos como alimentos funcionales. Si esto se relaciona con los resultados del modelo logit planteado, en que la variable que más incidió en el conocimiento del significado de alimento funcional fue el acceso previo a información de éstos, es posible sugerir la necesidad de impulsar campañas comunicacionales respecto a las propiedades y beneficios para la salud del consumo de alimentos

funcionales. Pero siendo cautos en promover el consumo de aquellos alimentos que se encuentren dentro de la definición de alimento funcional propuesta por Diplock et al. (5). Es decir, de aquellos alimentos que pueden demostrar satisfactoriamente que ejercen un efecto beneficioso en una o más funciones principales del cuerpo humano, más allá de efectos nutricionales adecuados, mejorando la salud y el bienestar de la persona y/o disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades (5). Estas debieran ser encabezadas por los organismos competentes públicos en el país, como el Ministerio de Salud, en busca de una mejor calidad de vida para la población, pero además, en colaboración con la industria alimentaria que se vería directamente beneficiada por una mayor demanda de alimentos enriquecidos con ingredientes funcionales. Esto concuerda con la mayor aceptación del producto enriquecido con fibra en el Grupo 1 que presentó superior proporción de personas que conocía correctamente la función de la fibra en el organismo. Un resultado paradójico fue la preferencia hacia los colorantes artificiales por sobre los naturales en los consumidores del Grupo 3, lo que indicaría un desconocimiento del riesgo asociado al consumo de estos aditivos en estos consumidores. El uso de colorantes sintéticos en alimentos ha sido severamente cuestionado en los países desarrollados, ya que algunos reportes indican que el consumo indiscriminado de estos pigmentos está ligado con el desarrollo de enfermedades degenerativas (42). Esto refuerza la necesidad de educar a la población y particularmente a niños y jóvenes en la relación dieta-salud, impulsar campañas informativas respecto a los beneficios y riesgos asociados a los ingredientes de los alimentos, y a la prevención del riesgo de contraer enfermedades a través del consumo de alimentos saludables.

Si bien el estudio de la satisfacción con la alimentación es de reciente data y circunscrito principalmente en Europa (32), existe evidencia que relaciona un buen estado de salud con una mayor satisfacción en relación a la alimentación (43). Sin embargo, la mayor proporción de personas extremadamente satisfechas con su alimentación en el Grupo 3, que prefirió los colorantes artificiales y tuvo mayor presencia de personas que indicaron que algún integrante de su grupo familiar es obeso, se contrapondría a los resultados en países desarrollados. Esto en forma preliminar, permite sugerir que la satisfacción con la alimentación estaría siendo asociada por estos consumidores, probablemente, con el placer y no con el cuidado de la salud, lo que requerirá ser profundizado en futuros estudios. Por lo tanto, es posible sugerir que bajo las condiciones actuales la introducción de alimentos funcionales o un incremento de su demanda, estarían condicionadas a la inversión en campañas publicitarias por parte de la industria. En relación al rol del Estado, éste debería invertir en educación nutricional y sanitaria, para que el consumidor pueda elegir libremente los alimentos, ya sea de fuentes primarias o elaborados por la industria, que contribuyan al cuidado de su salud.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados corresponden al Proyecto Fondecyt 1100611.

REFERENCIAS

1. Gilbert LC. The functional food trend: what's next and what american think about eggs. *J Am Coll Nutr.* 2000; 19(5): 507-12.
2. Chern W, Rickertsen K, editors. Health, nutrition and food demand. Wallingford: CABI Publishing; 2003.
3. Verbeke W. Functional foods: consumer willingness to compromise on taste for health? *Food Qual Prefer.* 2006; 17(2-3): 126-31.
4. Araya H, Lutz M. Alimentos funcionales y saludables. *Rev Chil Nutr.* 2003; 30(1): 8-14.
5. Diplock A, Aggett P, Aswell M, Bornet F, Fren E, Roberfroid M. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *Brit Food J.* 1999; 81: S1-27.
6. West GE, Gendron C, Larue B, Lambert R. Consumers' valuation of functional properties of foods: Results from a Canada-wide survey. *Can J Agr Econ.* 2002; 50(4): 541-58.
7. Larue B, West G, Gendron C, Lambert R. Consumer response to functional foods produced by conventional, organic, or genetic manipulation. *Agribusiness.* 2004; 20(2): 155-66.
8. Asselin AM. Eggcentric behavior – consumer characteristics that demonstrate greater willingness to pay for functionality. *Am J Agr Econ.* 2005; 87(5): 1339-1344.
9. Teratanavat R, Hooker NH. Consumer valuations and preference heterogeneity for a novel functional Food. *J Food Sci.* 2006; 71(7): S533-41.
10. Sánchez M, Barrera R. El consumidor ante los alimentos de nueva generación: alimentos funcionales y alimentos transgénicos. *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros.* 2004; 204: 95-128.
11. Barreiro-Hurlé J, Colombo S, Villar EC. Is there a market for functional wines? Consumer preferences and willingness-to-pay for resveratrol-enriched red wine. *Food Qual Pref.* 2008; 19(4): 360-71.
12. Ares G, Giménez A, Gámbaro A. Consumer perceived healthiness and willingness to try functional desserts. Influence of ingredient, ingredient name and health claim. *Food Qual Pref.* 2009; 20(1): 50-6.
13. Ares G, Giménez A, Deliza R. Influence of three non-sensory factors on consumer choice of functional yogurts over regular ones. *Food Qual Pref.* 2010; 21(4): 361-67.
14. Cox D, Bastiasns K. Understanding Australian consumers' perceptions of selenium and motivations to consume selenium enriched foods. *Food Qual Pref.* 2007; 18(1): 6-76.
15. International Food Information Council Foundation (IFIC). Functional foods: Attitudinal research (1996-1999). Washington: IFIC; 1999.
16. Hillian M. Functional foods: the Western consumer viewpoint. *Nutr Rev.* 1996; 54(11): S189-94.
17. Verbeke W. Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. *Food Qual Pref.* 2005; 16(1): 45-57.
18. Urala N, Lähteenmäki L. Attitudes behind consumer's willingness to use functional foods. *Food Qual Pref.* 2004; 15(7-8): 793-803.
19. Childs NM. Functional foods and the food industry: consumer, economic and product development issues. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods.* 1997; 1(2): 25-43.
20. Childs NM, Poryzees GH. Foods that help prevent disease: consumer attitudes and public policy implications. *J Cons Mark.* 1997; 14(6): 433-47.
21. Soto AD, Wittig de Penna E, Guerrero L, Garrido F, Fuenzalida R. Alimentos funcionales: Comportamiento del consumidor chileno. *Rev Chil Nutr.* 2006; 33(1): 43-54.
22. Gilbert LC. The consumer market for functional foods. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods.* 1997; 1(3): 5-21.
23. Herath D, Cranfield J, Henson S. Who consumes functional foods and nutraceuticals in Canada? Results of cluster analysis of the survey of Canadians' demand for food products, supporting health and wellness. *Appetite.* 2008; 51(2): 256-65.
24. Wittig de Penna E, Avendano P, Soto D, Bunge A. Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 2003; 53(1): 74-83.
25. Dagevos H. Consumers as four-faced creatures. Looking at food consumption from the perspective of contemporary consumers. *Appetite.* 2005; 45(1): 32-9.
26. Urala N, Lähteenmäki L. Consumer's changing attitudes towards functional foods. *Food Qual Pref.* 2007; 18(1): 1-12.
27. Wrick KL. Consumer issues and expectations for functional foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1995; 35(1&2): 167-73.
28. Milner JA. Functional foods: the US perspective. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71(6): 1664S-9S.
29. Mizón C, Atalah E. Transición epidemiológica en Chile: lecciones aprendidas del proyecto North Karelia. *Rev Chil Nutr.* 2004; 31(3): 276-82.
30. Fernández A. Investigación y técnicas de mercado. Primera edición. Madrid: Esic; 2002.
31. Adimark. Mapa socioeconómico de Chile. 2004. Disponible en http://www.adimark.cl/medios/estudios/informe_mapa_socioeconomico_de_chile.pdf [Conectado el 20 de octubre de 2005].
32. Grunert K, Dean D, Raats M, Nielsen N, Lumbers M. A measure of satisfaction with food-related life. *Appetite.* 2007; 49(2): 486-93.
33. Hair J, Anderson R, Tatham R, Black W. Análisis multivariante. Otero. 5ª ed. Madrid: Prentice Hall Internacional. Inc.; 1999.
34. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Cifras de indicadores económicos. Avance Mensual (5 años) de Dólar observado. Disponible en: http://www.odepa.cl/servlet/sistemas,series_precios,indicadores,ServletIndicadoresTrx;jsessionid=5FB2FA85C8200113F4A16F1F4BB4FAAE [Conectado el 12 de abril de 2010].
35. Pérez C. Técnicas estadísticas con SPSS 12. Aplicaciones al análisis de datos. Madrid: Prentice Hall; 2005.
36. Greene WH. Análisis econométrico. 3ª ed. Madrid: Prentice-Hall; 1999.

37. McFadden D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. En: Zarembka P, editor. *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press; 1974. p.105-142.
38. Jobson JD. *Applied multivariate data analysis, Vol. II: Categorical and multivariate methods*. New York: Springer-Verlag; 1992.
39. Wooldridge JM. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. 3ª ed. México: Thomson; 2006.
40. Carrasco F, Moreno M, Iribarra V, Rodríguez L, Martín MA, Alarcón A, et al. Evaluación de un programa piloto de intervención en adultos con sobrepeso u obesidad, en riesgo de diabetes. *Rev Méd Chile*. 2008; 136(1): 13-21.
41. Kain J, Lera L, Rojas J, Uauy R. Obesidad en preescolares de la Región Metropolitana de Chile. *Rev Méd Chile*. 2007; 135(1): 63-70.
42. Wang F, Couture R, Do CB, Pham TQ, Tong VH. Properties of anthocyanins from grape cell culture. *J Food Sci* 1997; 62(2): 246-48.
43. Dean M, Grunert K, Raats M, Nielsen NA, Lumbers M, Food in Later Life Team. The impact of personal resources and their goal relevance on satisfaction with food-related life among the elderly. *Appetite*. 2008; 50(2-3): 308-15.

Recibido: 08-06-2010

Aceptado: 11-08-2010

Evaluación de la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en la detección e identificación de *Listeria monocytogenes* en queso fresco proveniente del Área Metropolitana de San José, Costa Rica

María Laura Arias, Carolina Chaves, Gabriela Solano

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

RESUMEN. Las enfermedades de origen alimentario son muy importantes a nivel mundial y su frecuencia es persistentemente alta a pesar de diversos esfuerzos enfocados en disminuir su morbilidad y mortalidad. *Listeria monocytogenes* es uno de los agentes causantes de este tipo de enfermedad. Dentro de la industria láctea, esta bacteria es de especial importancia, ya que, tanto la leche cruda como derivados han sido involucrados en brotes, siendo el queso fresco un alimento especialmente vulnerable a la contaminación con esta bacteria. La identificación tradicional de este género es lenta, laboriosa y poco sensible. El método de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) podría permitir el obtener resultados precisos y exactos en menor tiempo, razón por la que el objetivo de este estudio fue el optimizar un procedimiento para la detección de *L. monocytogenes* en queso fresco, así como determinar los límites de sensibilidad, especificidad y valor predictivo de la prueba. Para lograr este objetivo, se evaluaron 76 muestras de queso blanco procesado (45 muestras inoculadas, 31 sin inocular como control negativo). La validación de la técnica fue realizada en 50 muestras de queso fresco no pasteurizado. El aislamiento tradicional de esta bacteria se siguió según la metodología descrita en el Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. La reacción de PCR para la detección de *Listeria monocytogenes* se basó en la metodología descrita por Poutou usando los iniciadores característicos del género y del gen de la listeriolisina O, específico de especie. Se determinó que el periodo óptimo de incubación para el caldo de enriquecimiento selectivo fue de 48 horas, y se obtuvo un 100% de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. La validación de la técnica demostró la especificidad de ésta en cuanto a detectar únicamente la especie *L. monocytogenes*, no así otras especies que aparecen con relativa frecuencia en matrices y ambientes alimentarios.

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, PCR, validación, sensibilidad, especificidad.

INTRODUCCION

Las enfermedades de origen alimentario son una realidad, tanto en países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo y su frecuencia es persistentemente alta a pesar de diversos esfuerzos enfocados en disminuir su morbilidad y

SUMMARY. Evaluation of the polymerase chain reaction (PCR) for the detection and identification of *Listeria monocytogenes* in fresh cheese coming from the Metropolitan Area of San José, Costa Rica.

Food borne diseases are very important worldwide and their frequency is still high despite the different efforts focused in diminishing their morbidity and mortality. *Listeria monocytogenes* is one of the agents associated in this kind of diseases. In the lactic industry, this bacteria is important since raw milks as well as dairy products have been associated in outbreaks, being fresh cheese one of the most vulnerable products to the contamination with this bacteria. The traditional identification of the bacteria is done by a laborious, time consuming and low sensitive technique and the polymerase chain reaction may allow more precise and exact results in shorter time. For this reason the objective of the present study was to optimize the procedure to determine the sensitivity and specificity limits for the detection of *L. monocytogenes* from fresh cheese and the predictive value of the test. In order to achieve this objective, 76 pasteurized cheese samples were evaluated (45 samples were artificially inoculated at the lab and 31 were used as negative controls). The validation of the technique was done in 50 samples of non pasteurized fresh cheese. Traditional culture isolation was performed according to the methodology described in Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. PCR reaction for the detection of *L. monocytogenes* was based on the methodology described by Poutou, using primers characteristic of the genus and the listeriolisine O gene that is specie's specific. The optimal incubation period determined for the selective enrichment broth was of 48h, and a 100% sensitivity, specificity, predictive value (positive and negative) were obtained by PCR. The technique validation showed the specificity of the test in the detection of only the *L. monocytogenes* species, and not other genus or species that may appear in food matrices or in food environments.

Key words: *Listeria monocytogenes*, PCR, validation, sensitivity, specificity.

mortalidad (1). *Listeria monocytogenes* es uno de los agentes causantes de este tipo de enfermedad. Se trata de un bacilo Gram positivo con una distribución ubicua, incluyendo agua, suelo y alimentos, entre otros (2) y asociado a cuadros de meningitis, encefalitis, septicemia y abortos (3). Epidemiológicamente, este agente produce un bajo número

de casos anuales y de baja morbilidad, no obstante, la mortalidad asociada es una de las más altas, variando entre 13 y 34% (4,5).

Varios brotes de listeriosis han sido asociados a productos alimenticios comerciales contaminados, tales como leche y derivados, vegetales y productos cárnicos, ya que en estos, la bacteria es capaz de multiplicarse aún a temperaturas de refrigeración, ante la presencia de altas concentraciones de sal y bajo pH (6). De la misma manera, esta bacteria ha sido aislada de varios ambientes dentro de las industrias alimentarias, pudiendo sobrevivir largo tiempo dentro de las mismas (7-9).

Dentro de la industria láctea, esta bacteria es de especial importancia, ya que, tanto la leche cruda como diversos derivados han sido involucrados en brotes, como es el caso de la leche pasteurizada, queso suave, leche saborizada y manteca entre otros (10,11). En la mayoría de los casos, se asocia su presencia a contaminación cruzada post proceso, ya que la bacteria es lábil a los tratamientos con altas temperaturas.

El queso fresco es especialmente vulnerable a contaminación con *Listeria*, dado su alto contenido de humedad, disponibilidad de nutrientes, concentración de sal de 1-3% y especialmente, la ausencia de procesos térmicos insuficientes en su industrialización. (12). Mundialmente, el porcentaje de positividad señalado para este tipo de producto varía entre 0% reportado en Italia y Nueva Zelanda, hasta un 43%, reportado en España, con una media del 9% (13).

En Costa Rica el queso fresco es un producto de amplio consumo. Cerca de una cuarta parte de la producción nacional de leche es dedicada a su elaboración y el consumo per cápita estimado oscila entre 4 y 5 kg anuales (14).

A nivel mundial existen diversas políticas con respecto al nivel de tolerancia de esta bacteria en alimentos listos para su consumo, no obstante, cada día mayor número de países adoptan una tolerancia cero (15,16). La identificación tradicional de este género a partir de alimentos resulta lenta, laboriosa y poco sensible en algunos casos. El método de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) podría permitir el obtener resultados precisos y exactos en menor tiempo, razón por la que el objetivo de este estudio es el evaluar esta técnica para la detección de *L. monocytogenes* a partir de queso fresco, así como determinar los límites de sensibilidad, especificidad y valor predictivo de la prueba.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El proyecto se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Microbiología durante los meses de enero 2009 a marzo 2010.

Muestras

Para la determinación de la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo de la técnica de PCR, se evaluaron 76 muestras de queso blanco procesado (46 muestras inoculadas, 31 sin inocular como control negativo), las cuales fueron adquiridas en expendios comerciales dentro del Área Metropolitana de San José, Costa Rica. El límite de detección se obtuvo a partir de cinco muestras de queso blanco pasteurizado e inoculado artificialmente en el laboratorio.

La validación de la técnica fue realizada en 50 muestras de queso fresco no pasteurizado, también adquirido en el Área Metropolitana.

Preparación de las cepas bacterianas

Para la optimización de la técnica de PCR, se utilizó un cultivo joven de 24-48 horas en caldo tripticosa soya de *L. monocytogenes* ATCC 19116. De la misma manera, y para la determinación de la especificidad de la prueba de PCR se utilizaron cultivos jóvenes de *Staphylococcus aureus* ATCC 25922, *Escherichia coli* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, *L. innocua* ATCC 33091 y *Salmonella enteritidis* ATCC 13076.

Aislamiento de *Listeria monocytogenes* según el método de cultivo en agar (prueba de oro)

A partir de cada una de las muestras de queso evaluadas, se realizó un aislamiento de *L. monocytogenes* según la metodología descrita por Pouch (2001). Brevemente, se realizó un enriquecimiento selectivo utilizando caldo Listeria en una proporción 1:10. Este fue incubado 48 h a 35°C. Posteriormente, se procedió a realizar un aislamiento en Agar Oxford, el cual fue incubado a 35°C por 24-48h. Las colonias sospechosas (redondas, café oscuras y umbilicadas) fueron confirmadas mediante pruebas bioquímicas. Éstas incluyeron además tinción de Gram, luz de Henry, movilidad, utilización de xilosa y ramnosa, oxidasa, catalasa y prueba de CAMP.

Extracción del ADN a partir de los cultivos puros

La extracción de ADN de cada una de las cepas descritas se realizó según la metodología descrita por Holmes & Quigley (1981) la cual hace uso de buffer STET, lisozima y calor como agentes desnaturalizantes (18).

Extracción de ADN a partir de las muestras de queso inoculadas con *L. monocytogenes* ATCC 19116

Se procedió a inocular 1,0 mL de la cepa de *L. monocytogenes* ATCC 19116 en muestras de 10 g de queso blanco pasteurizado. A cada una de éstas se le agregó 90 mL de caldo Listeria el cual fue incubado a 35°C por 24 h y 48 h para determinar el tiempo óptimo de incubación del caldo selectivo para realizar la técnica de PCR. A partir del cultivo en caldo, se extrajo ADN según el método descrito por Holmes

& Quigley como se mencionó anteriormente.

Reacción en cadena de la polimerasa PCR para detectar *L. monocytogenes*

La reacción de PCR para la detección de *Listeria monocytogenes* se basó en la metodología descrita por Poutou y colaboradores (19). Los iniciadores utilizados LI11 (5' CTCCATAAAGGTGACCCT3') y U1 (5' CAGCMGC CGCGGTAATWC 3') corresponden al ADNr 16S, tienen un tamaño de 938 b y son característicos del género, los iniciadores Lf (5' CAAACGTTAACAACGCAGTA3') y Lr (5' TCCAGAGTGATCGATGTTAA 3') corresponden al gen *hlyA* de la listeriolisina O, su tamaño es 750 pb y son específicos de especie.

La mezcla de trabajo (25 μ L) fue constituida con 12,5 μ L de master mix (0,05 U/ μ L de Taq polimerasa en buffer de reacción, 4mM MgCl₂, y 0,4mM de cada dNTP, que incluyen: dATP, dCTP, dGTP y dTTP), 7,5 μ L de agua bidestilada libre de nucleasas, 1,0 μ L de cada imprimador (Lf, Lr, U1, LI1) y 1 μ L del ADN bacteriano extraído. Como control positivo se utilizó ADN extraído de *L. monocytogenes* ATCC 19116, y como control negativo agua bidestilada estéril libre de nucleasas. La reacción se llevó a cabo en un termociclador THERMO® PxE 0,5 y las condiciones de termociclaje fueron de 94°C por 1 min, seguido por 35 ciclos a 94°C por 30s, 52°C por 20s y 74°C por 30 s, seguido de un paso final de extensión de 8 minutos a 74°C.

Para la visualización de los productos de PCR se utilizaron geles de agarosa al 2% conteniendo bromuro de etidio en una concentración de 0,5 μ g/mL. La corrida electroforética de los productos de PCR se realizó a 80 voltios por 35 minutos. Los productos fueron visualizados bajo luz ultravioleta utilizando un lector Uvitec BTX-26-M y fotografiados con una cámara digital Uvitec, Cambridge.

Protocolo de amplificación del ARN16s.

La reacción de PCR para la amplificación del segmento ARN16s se basó en la metodología descrita por Muyzer (20). Esta amplificación se realizó con el fin de confirmar la extracción de ADN bacteriano a partir de las muestras. Los iniciadores utilizados fueron 341f (5' CCTACGG GAGGCAGCAG3') y 926r (5' CCGTCAATTC(A/C)TTTGAGTTT3'). Las condiciones de termociclaje fueron 94°C por 5 min, 30 ciclos de 94°C por 60 s, 55°C por 60 s, 72°C por 60 s, un ciclo de extensión 10 minutos a 72°C.

Evaluación del límite de detección del PCR

A partir de la cepa de *L. monocytogenes* ATCC 19116 en una concentración de 10¹⁰ UFC/mL (cuantificada en agar Oxford) se prepararon diluciones decimales en agua peptonada estéril (APE) al 0,1% de 10⁻¹ a 10⁻⁹. De estas diluciones se inoculó 1,0 mL en 10 g de queso y se incubó a 35

C por 2 horas. Luego de esta incubación se procedió a agregar a cada muestra 90 mL de caldo *Listeria* el cual fue incubado a 35°C por 48 h para realizar un enriquecimiento selectivo.

A partir de cada dilución enriquecida se hizo un aislamiento selectivo en Agar Oxford y la extracción de ADN descrita según la metodología de Holmes & Quigley (1981) para realizar la reacción de PCR.

Evaluación de la especificidad de la técnica de PCR.

Cada uno de los ADN extraídos de las cepas descritas en el punto 2 fueron enfrentados a los iniciadores utilizados para la detección de *L. monocytogenes* según la técnica de PCR descrita.

Determinación de la sensibilidad y especificidad de la técnica de PCR. Comparación con la técnica de cultivo en plato (estándar de oro)

A partir de 76 muestras de queso fresco pasteurizado, se procedió a formar dos subgrupos: uno de 46 muestras el cual fue inoculado con *L. monocytogenes* ATCC 19116 (10⁵ UFC/g) y un segundo subgrupo de 31 muestras utilizado como control negativo.

Ambos grupos fueron evaluados por la técnica de PCR y la de cultivo en placa con el fin de comparar los resultados obtenidos.

Validación del método

Se procedió a analizar 50 muestras de queso fresco adquiridas en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica. Estas fueron transportadas en frío al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica y analizadas mediante las técnicas de cultivo en plato y PCR optimizado según las metodologías descritas anteriormente.

RESULTADOS

A partir de los quesos inoculados y evaluados mediante la técnica de PCR se logró amplificar el patrón de bandas específico para *L. monocytogenes* de 938 y 750 pb.

Con respecto a la determinación del periodo óptimo de incubación para el caldo de enriquecimiento selectivo, en la Figura 1 se muestra que el de 48 horas fue el ideal, y que un periodo de 24 h de incubación no permite detectar la amplificación de las bandas específicas.

En cuanto a la especificidad de la técnica se observó inicialmente que había amplificación a partir de ADN de *Paeruginosa* y *S. aureus*. Estas bandas desaparecieron al aumentar 1°C la temperatura de anillaje.

La Figura 2 muestra los resultados obtenidos para el límite de detección de la prueba de PCR, el cual resultó ser de 10⁻⁹ UFC/g y de 10⁻⁶ UFC/g para la metodología de cultivo en placa.

FIGURA 1

Determinación del periodo óptimo de incubación del caldo de enriquecimiento. 1. Control negativo. 2. Control positivo (*L. monocytogenes* ATCC 19166). 3 y 4. 24 horas de incubación. 5. 48 horas de incubación, 6. control negativo, 7. Marcador Peso Molecular

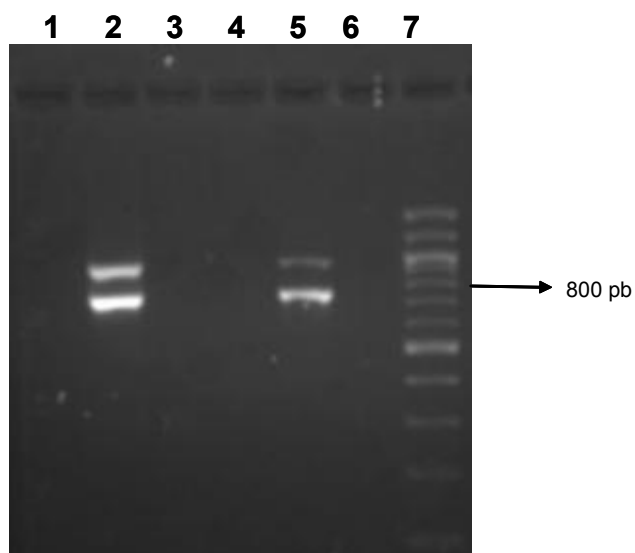
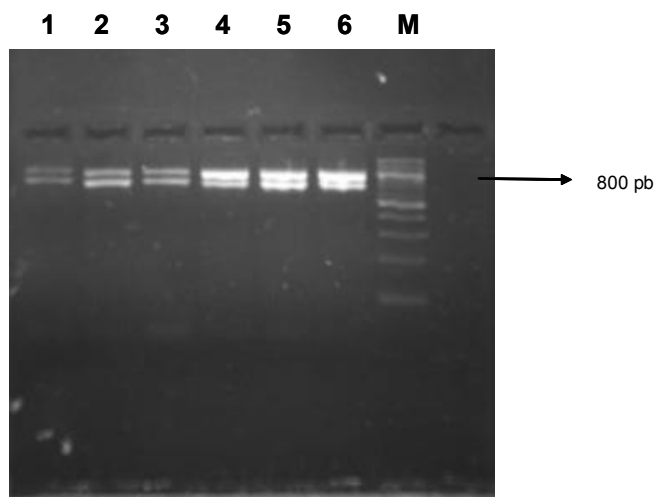


FIGURA 2

Límite de detección para muestras de queso inoculadas con *L. monocytogenes* y diluidas decimalmente. 1 dilución 10^9 UFC/mL, 2 dilución 10^8 UFC/mL, 3 dilución 10^7 UFC/mL, dilución, 4 dilución 10^6 UFC/mL, 5 dilución 10^6 UFC/mL, 6 control positivo, M. marcador peso molecular



Los resultados de la evaluación de la técnica optimizada mediante la comparación con el estándar de oro de detección (método de cultivo) realizada en muestras de queso inoculadas y no inoculadas muestran una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del 100%, confirmando la capacidad de la técnica de discriminar cepas de géneros diferentes, evitando falsos positivos, así como que los resultados obtenidos son satisfactorios, confiables y reproducibles, detectando muestras verdaderamente positivas.

Con respecto a la validación de la técnica de PCR para la detección de *L. monocytogenes* en queso blanco frente al método estándar, todas las muestras presentaron crecimiento bacteriológico, no obstante, únicamente se aisló colonias típicas (café oscuras, umbilicadas) en 32 (64%) de las mismas. El segmento de ARN16s usado como control de amplificación de ADN bacteriano fue positivo en todas las muestras. El PCR utilizado para la amplificación de *L. monocytogenes*, fue negativo para todas las muestras, de la misma manera que la cepas sospechosas identificadas bioquímicamente como *L. innocua* 22 (44%) y 10 (20%) como *L. welshimeri*.

DISCUSION

La evaluación del método de PCR para la identificación de *L. monocytogenes* en queso blanco no pasteurizado se realizó siguiendo la metodología utilizada por Poutou *et al* (19), obteniéndose la amplificación de las bandas características de *L. monocytogenes* (938 y 750 pares de bases), con lo cual se demuestra la funcionalidad de los iniciadores empleados. Otros autores han utilizado iniciadores distintos a los empleados en el presente trabajo para identificar tanto el género *Listeria* como la especie *L. monocytogenes*, pero su especificidad, comparada con los que amplifican fragmentos del gen de la listeriolisina O (*hlyA*), ha sido menor (21-24).

La evaluación del tiempo óptimo de incubación del medio de enriquecimiento selectivo (caldo *Listeria*) a 35°C demostró que únicamente hubo amplificación en las muestras incubadas por 48 horas, lo que puede sugerir que a las 24 horas no hubo suficiente crecimiento para su detección. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Torres *et al.* (5) quienes reportan que obtuvieron amplificación tanto en las muestras incubadas por 24 horas como en las de 48 horas. Tal situación podría explicarse con base a las diferentes matrices alimentarias evaluadas, ya que Torres y colaboradores validan el PCR para la detección de *L. monocytogenes* en carnes crudas de res y pollo, matrices totalmente diferentes en cuanto a composición y parámetros intrínsecos.

Los iniciadores empleados discriminaron bien entre todas las cepas bacterianas utilizadas (*S. aureus* ATCC 25922, *E. coli*, ATCC 25923, *P. aeruginosa* ATCC 15442, *L. innocua* ATCC 33091, y *Salmonella enteritidis* ATCC 13076). Cabe destacar que la selección de las bacterias evaluadas se basó

en el hecho de que su frecuencia en queso blanco no pasteurizado es alta, tal y como ha sido demostrado por otros autores (25-26).

Esta alta especificidad también se corrobora durante la validación del la metodología, cuando a nivel de cultivo se obtienen colonias con una morfología semejante a la de *L. monocytogenes* y que corresponden bioquímicamente a *L. innocua* y *L. welshimeri*, pero la amplificación de las bandas específicas resulta negativa. Esta capacidad del método referente a discernir entre diferentes géneros bacterianos y aún entre especies del mismo género también fue reportada, a partir de diversas matrices alimentarias, por Scotter *et al.* (27).

De la misma manera, Poutou demostró una alta especificidad al enfrentar el ADN de 40 cepas bacterianas a los iniciadores utilizados en el presente trabajo, en el que únicamente 4 cepas de *L. monocytogenes* amplificaron las bandas de 938 pb y 750pb específicas para género y especie respectivamente; en tanto que cepas de *L. innocua* amplificaron solamente la banda de 938 pb mientras que las cepas restantes, distintas al género *Listeria* como, *E. coli*, *P. aeruginosa* y *Salmonella* spp entre otras no amplificaron ninguna de las bandas. (19). Este hallazgo resulta de suma importancia en los casos en que se da una asociación entre *L. monocytogenes* y otras especies del mismo género y con otros géneros bacterianos asociados (28).

El límite de detección obtenido para la PCR fue de 10^{-9} UFC/g, en contraste con el del método tradicional de cultivo el cual llegó hasta 10^{-6} UFC/g lo que permite deducir que el método propuesto posee una mayor sensibilidad que el segundo. Esta alta sensibilidad resulta muy deseable especialmente en productos de exportación, ya que es reconocido que a nivel mundial existen diversas políticas con respecto al nivel de tolerancia de esta bacteria en alimentos listos para su consumo, siendo cada día mayor número de países adoptan una tolerancia de cero (16).

La técnica de PCR evaluada en quesos frescos presentó una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de 100% en la detección de *L. monocytogenes*, superando el método tradicional del cultivo del cual se pudo demostrar su baja especificidad, y valor predictivo positivo. Resultados idénticos fueron obtenidos por Poutou *et al.* (19), Torres *et al.* (5) y Burbano (29) al obtener estos mismos valores en matrices alimentarias diferentes, incluyendo leches crudas, carne de res y pollo.

La validación de la técnica realizada a partir de quesos no pasteurizados y distribuidos de manera comercial pone de manifiesto la especificidad de la técnica en cuanto a detectar únicamente la especie *L. monocytogenes*, no así otras especies del mismo género que aparecen con relativa frecuencia en matrices y ambientes alimentarios pero que no representan un riesgo para la salud pública.

En lo que respecta al tiempo de análisis, Poutou *et al.* (19) reportan una reducción de los 5 días que tarda el método tradicional (cultivo) para obtener resultados presuntivos a 4 horas con el método alternativo (PCR) luego de tener extraído el ADN, lo cual coincide con la metodología que se optimizó en el presente trabajo. Esta rapidez de confirmación es un factor decisivo en la industria alimentaria ya que se deben de tomar decisiones rápidas en la liberación de los productos sospechosos de contener el agente patógeno. De la misma manera, el método optimizado permite una identificación a nivel de género en un tiempo mínimo, factor que se traduce en una mayor eficiencia en la liberación de lotes de alimentos.

Actualmente en Costa Rica la detección de *L. monocytogenes* se realiza, en la mayoría de los casos, mediante la técnica de cultivo en plato, lo cual se traduce en un tiempo prolongado antes de obtener un resultado final y de un costo considerable en medios de cultivo específicos. Los resultados obtenidos en la presente investigación ponen de manifiesto que la técnica de PCR optimizada para la detección de *L. monocytogenes* en queso fresco permite obtener resultados de una manera ágil y segura, metodología que se podría extender a otro tipo de matrices alimentarias y géneros bacterianos y así llegar a tener análisis más rápidos y eficientes.

REFERENCIAS

- Centers for Disease Control and Prevention. 2004. FoodNet surveillance report for 2004. In line: <http://www.cdc.gov/foodnet/reports.htm>. April 2010.
- Acevedo E, Díaz M, García A, y González, H. Caracterización de cepas de *Listeria monocytogenes* aisladas durante la cadena de producción y comercialización de queso fresco. (CIAD: México). 2006.
- Mahon. Textbook of Diagnostic Microbiology 3rd Edition. USA, 2007. ELSEVIER. 417-418.
- López V, Suárez M, Chico C & Navas J. *Listeria monocytogenes* en alimentos: son todos los aislamientos igual de virulentos? Rev. Arg. Microbiol. 2006. 38: 224-234
- Torres K, Sierra S, Poutou R, Vera H, Carrascal A & Mercado M. Incidencia y diagnóstico de *Listeria monocytogenes*, microorganismo zoonótico emergente en la industria de alimentos. Rev. UADC Actualidad y Divulgación Científica (Colombia) 2004;7:1 25-57.
- Kim J, Schimidt K, Phebus R & Jeon I. Time and temperature of stretching as critical control points for *Listeria monocytogenes* during production of mozzarella cheese. J. Food Prot. 1998;61:116-118.
- Dalton C, Austin C, Sobel J, Hayes P, Bibb W, Graaves L, Swaminathan B, Proctor M & Griffin P. An outbreak of gastroenteritis and fever due to *Listeria monocytogenes* in milk. New Engl. J Med. 1997;336: 100-105.
- Harvey J & Gilmour A. Characterization of recurrent and sporadic *Listeria monocytogenes* isolates from raw milk and non-dairy foods by pulsed-field gel electrophoresis, monocin typing, plasmid profiling and cadmium and antibiotic resistance

- determination. *App Env Microb.* 2001. 62, 840-847.
9. Holko I, Urbanova J, Kantikova M, Pastorova K & Kmet V. PCR detection of *Listeria monocytogenes* in milk and milk products and differentiation of suspect isolates. *Acta Vet Brno.* 2002. 71:125-131.
 10. Kell J & Gilmoere A. Incidence of *Listeria monocytogenes* in two milk processing environments, and assessment of *Listeria monocytogenes* blood agar for isolation. *Int J Food Microbiol.* 2004;91:167-174.
 11. Silva M, Almedida R, Alves M and Almeida P. Occurrence of *Listeria* spp. in critical control points and the environment of Minas Frescal cheese processing. *Int J Food Microbiol.* 2003; 81:241-248.
 12. Lundén J, Tolvanen R & Korkeala H. Human listeriosis outbreaks linked to dairy products in Europe. *J Dairy Sci.* 2004;87:E6-E11.
 13. Farber J & Peterkin P. *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiol Rev.* 1991;55:476-511.
 14. Oreamuno S. Presencia de *Listeria monocytogenes* y su relación con el nivel de coliformes fecales durante la manufactura de queso blanco en plantas de la zona de Santa Cruz, Turrialba. San José. Proyecto de Graduación, Escuela de Tecnología de alimentos, Universidad de Costa Rica, 1994.
 15. European Commission. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Off J Eur Union L* 2005;338:1-26.
 16. Fox E, O'Mahony T, Clancy M, Depsey R, O'Brien M & Jordan K. *Listeria monocytogenes* in the Irish dairy farm environment. *J Food Prot.* 2009;72:1450-56.
 17. Pouch F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4ed American Public Health Association 800 I St., Washington, DC. 2001;343-353.
 18. Holmes D & Quigley M. A rapid boiling method for the preparation of bacterial plasmids. *Anal. Biochem.* 1981;114:193-197.
 19. Poutou R, M Burbano, Sierra S, Torres K, Carrascal A & Mercado M. Estandarización de la extracción de ADN y validación de la PCR Múltiple para detectar *Listeria monocytogenes* en queso, leche, carne de res y pollo. *Universitas Scientiarum.* 2005;10:61-78.
 20. Muyzer G, de Waal E. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction amplified genes encoding for 16S rRNA. *Appl. Environ. Microbiol.* 1993;59 : 695-700.
 21. Bohnert M, Dilasser F, Dalet C, Mengaud J & Cossart P. Use of Specific Oligonucleotides for Direct Enumeration of *Listeria monocytogenes* in Food Samples by Colony Hybridization and Rapid Detection by PCR. *Result Microbiol.* 1992;143: 271-280.
 22. Duffy G, Cloak O, Sheridan J, Blair I, McDowell D. The development of a combined surface adhesion and polymerase chain reaction technique in the rapid detection of *Listeria monocytogenes* in meat and poultry. *Int. J. Food Microbiol.* 1999;49:151-159.
 23. Furrer B, Candrian U, Hofelein C & Luthy J. Detection and Identification of *Listeria monocytogenes* in cooked sausage products and in milk by in vitro amplification of haemolysin gene fragments. *J Appl Bacteriol.* 1991;70:372 - 379.
 24. Niederhauser C, Candrian U, Hofelein C, Jermini M, Buhler H & Luthy J. Use of polymerase chain reaction for detection of *Listeria monocytogenes* in food. *Appl. Environm. Microbiol.* 1992;58:1564 -1568.
 25. Arias M, Araya V, Chaves C, Gallo L & Quesada C. Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuida en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica. *Arch Lat Nut.* 2008. 58.
 26. Arias M & Antillón F. Contaminación microbiológica de los alimentos en Costa Rica. Diez años de investigación. *Rev. Biomed.* 2000;11:113-122.
 27. Scotter S, Langton S, Lombard B, Schulten S, Nagelkerke N, Veld P, Rollier P & Lahellec C. Validation of ISO Method 11290 Part 1. Detection of *Listeria monocytogenes* in Foods. *Int. J. Food Microbiol.* 2001;64: 295 - 306.
 28. Sierra S, Poutou R, Carrascal A, Torres K, Mercado M. Validación de PCR para detección de *Listeria monocytogenes* en quesos frescos. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 7 (2):53-65.
 29. Burbano, ERapid DNA Extraction and PCR Validation for Direct Detection of *Listeria monocytogenes* in raw milk. *Rev. MVZ Córdoba* 2006;11: 715-724.

Recibido: 28-07-2010

Aceptado: 25-11-2010

Caracterización del perfil de ácidos grasos en granos de híbridos de maíz blanco cultivados en Venezuela

Jesús Alezones, Manuel Ávila, Alberto Chassaigne y Venancio Barrientos.

Fundación para la Investigación Agrícola Danac. San Javier Estado Yaracuy. Venezuela

RESUMEN. En Venezuela el maíz blanco representa el principal cultivo por área de siembra, producción y consumo. Uno de los principales subproductos de este rubro es el aceite de maíz, cuyo efecto positivo sobre la salud, por su alta proporción de ácidos grasos insaturados, ha sido ampliamente reconocido. Con el fin de conocer el perfil de ácidos grasos de doce híbridos de maíz blanco sembrados extensivamente en Venezuela y el efecto que distintas localidades de siembra poseen sobre el mismo, se realizaron tres ensayos a escala semicomercial en tres localidades de los estados Portuguesa, Yaracuy y Guárico. Las proporciones de los principales ácidos grasos del aceite crudo de las muestras de grano de distintos híbridos fueron determinados usando cromatografía de gases. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre los híbridos para el contenido de los ácidos grasos: araquídico, palmítico, palmitoléico, esteárico, oleico, gadoléico y linoléico; no se encontró diferencias para el ácido linoléico. Adicionalmente, el efecto de las localidades fue altamente significativo para todos los ácidos grasos mencionados. Al correlacionar el contenido de estos ácidos grasos se encontraron relaciones altas y significativas; las relaciones más estrechas fueron: linoleico-oleico ($Rho = -0,98^{**}$), araquídico-palmítico ($Rho = -0,61^{**}$), linoleico-esteárico ($Rho = -0,61^{**}$) y oleico-esteárico ($Rho = 0,58^{**}$). Los maíces producidos en Venezuela presentaron menores niveles de ácido linoléico y mayores de ácidos palmítico, esteárico y oleico con respecto los maíces referenciados para climas templados. Estas diferencias implican cambios en las propiedades alimenticias del aceite de maíz proveniente de maíces sembrados en Venezuela y deben tomarse en cuenta en el desarrollo de nuevos cultivares y en el procesamiento industrial con fines de aprovechamiento de aceites.

Palabras clave: Aceite, grasas saturadas, grasas insaturadas, trópico.

INTRODUCCION

El aceite de maíz presenta características sensoriales muy apreciadas por el consumidor tanto en aderezos para ensaladas como en la cocción de alimentos. Este aceite ofrece excelentes beneficios a la salud. Sus niveles de alfa y gamma-tocoferoles (vitamina E) le confieren estabilidad al evitar la rancidez oxidativa, además es considerado una fuente de ácidos grasos esenciales (1). Una de las ventajas comparativas del aceite de maíz radica en una mayor relación de los ácidos grasos insaturados/saturados (2), atribuido principalmente al alto contenido de ácido linoleico (polinsaturado), el cual es necesario para la integridad de la piel, las membranas celulares,

SUMMARY. Fatty acids profile characterization of white maize hybrids grown in Venezuela. In Venezuela, white corn is the most important crop regarding production, harvest area and consumption. One of its main by-products is corn oil, whose positive effect on health caused by the high content of unsaturated fatty acids has been widely recognized. In order to characterize the fatty acids profile of twelve white grained maize hybrids extensively grown in Venezuela, and the effect that divergent localities has on this profile, three semi commercial scale trials were established in Portuguesa, Yaracuy and Guárico states. Proportions of the main fatty acids in the raw oil of the different grain samples were determined using gas chromatography. Significant differences ($p < 0,01$) between hybrids were found for arachidic, palmitic, stearic, oleic, gadoleic and linoleic acids; non significant differences were found for linolenic acid. Significant differences between localities were found for all the fatty acids evaluated. High and significant correlations between fatty acids content were found; the most important relations were: linoleic-oleic ($Rho = -0,98^{**}$), arachidic-palmitic ($Rho = -0,61^{**}$), linoleic-stearic ($Rho = -0,61^{**}$) and oleic-stearic ($Rho = 0,58^{**}$). Corn produced in Venezuela presents lower levels of linoleic and higher levels of palmitic, stearic and oleic acids than the levels found in temperate corn. These differences involve significant changes in the nutritional properties of Venezuelan corn oil that should be considered in the development of new cultivars and industrial processes for oil production.

Key words: Vegetable oil, saturated fats, unsaturated fats, tropic.

el sistema inmunológico y la síntesis de icosanoides, requeridos para las funciones cardiovasculares, renales y la prevención de ciertas enfermedades (3). Adicionalmente, el aceite de maíz en la dieta incrementa la absorción de otros ácidos grasos y nutrientes solubles en grasa como las vitaminas (4). Se ha demostrado los efectos del aceite de maíz en la disminución de los niveles de colesterol en la sangre, en especial de las lipoproteínas de baja densidad (LDL por sus siglas en inglés) y por lo tanto en el riesgo de enfermedades del corazón (3).

En Venezuela se consumen unos 36,7 kg de harina precocida de maíz per capita / año (5), lo que la convierte en la primera fuente de calorías y la tercera fuente de proteínas

de este país, estas calorías provienen principalmente del almidón contenido en el grano. La harina precocida de maíz se obtiene mayormente de la molienda seca, este proceso se basa en la remoción física de los constituyentes del grano para obtener el endospermo utilizado para producir la harina. Como subproducto principal de este proceso se encuentra el germen de maíz del cual se extrae el aceite crudo. Durante el año 2007, en Venezuela se obtuvieron aproximadamente 220.768 toneladas de germen, para la extracción de 43.039 toneladas métricas de aceite crudo, basado en estas cifras podemos estimar que el aceite de maíz producido en Venezuela suministra el 1,5% de las calorías consumidas por el venezolano (5). El perfil de ácidos grasos de maíces sembrados en latitudes templadas como la del cinturón del maíz en EE. UU., ha sido ampliamente caracterizado (2), en contraste, existen pocas referencias para maíces desarrollados en el trópico.

En un estudio correspondiente a un proyecto de caracterización de maíces en Latinoamérica (LAMP, por sus siglas en inglés), se encontró que existe una amplia variabilidad en la composición de ácidos grasos en maíces de los diferentes países latinoamericanos, que resultan en fuentes promisorias para la producción de aceites de composición específica de ácidos grasos (6). Al evaluar el perfil de ácidos grasos de maíces sembrados en Colombia y compararlos con maíces de EE. UU., se encontró que generalmente los maíces tropicales presentaron menor insaturación de ácidos grasos, es decir, una menor presencia de ácidos grasos con dobles enlaces (7), lo cual podría implicar cambios en las propiedades alimenticias en detrimento de la salud humana. Se ha indicado que una dieta rica en ácidos grasos saturados constituye un factor de riesgo de enfermedades en humanos (8).

Dentro de los factores ambientales que tienen mayor influencia sobre el perfil de ácidos grasos está la temperatura ambiental, la cual al aumentar incrementa la proporción de ácidos grasos saturados a expensas de los insaturados (1). La caracterización del perfil de ácidos grasos en aceites de maíces comerciales cultivados en Venezuela no ha sido ampliamente conocida ni divulgada. Mayormente, las harinas y el aceite de maíz generados en la industria nacional se obtienen a partir de mezclas de granos de diferentes cultivares, los cuales han sido mejorados para el potencial de rendimiento en campo, la resistencia del cultivo a plagas y enfermedades y la dureza del grano, pero sin ninguna especificación en cuanto al perfil de ácidos grasos. Esto ha limitado a las empresas en conocer las posibles causas de variación del perfil de ácidos grasos de la materia prima que pudieran afectar negativamente las bondades del aceite del maíz. También ha limitado la orientación de los programas de mejoramiento genético nacionales para la obtención de maíces con una composición de ácidos grasos específica en atención a las demandas actuales de salud de los

consumidores. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar el perfil de ácidos grasos obtenidos de maíces comerciales y estudiar su comportamiento en algunas zonas de producción de Venezuela.

MATERIALES Y METODOS

Diseño experimental

El diseño experimental estuvo constituido por la combinación de 12 híbridos y tres localidades. Los híbridos empleados en el estudio fueron maíces blancos comerciales cultivados a nivel nacional y se indican con sus respectivos obtentores en paréntesis como sigue: D-2002, D-2562 y D-3160 (Fundación Danac); H-3000 (HIMECA); HS-9 y HS-11 (Cristiani Burkard); P-30R92, P-30B87 y P-30F94 (Pioneer), SEM-176C (SEMINACA); SF-02 (SEFLOARCA) y SK-198 (SEHIVECA); estos se sembraron en unidades de producción de tres zonas maiceras de Venezuela, ubicadas en: i) Píritu, Turén, estado Portuguesa, ii) Unidad de producción agrícola "Finca las Guacamayas", ubicada en El sombrero estado Guárico y iii) Las Velas, estado Yaracuy, y fueron manejados agrónomicamente por los mismos productores agrícolas con el fin de emular las condiciones reales de campo. Las características de cada una de las unidades de producción se describen en la Tabla 1. Los híbridos fueron sembrados en parcelas contiguas constituidas por ocho hileras de 150 m de largo, distanciadas a 0,8 m, para una superficie total de 960m² por híbrido. La unidad experimental fue una muestra compuesta de 150 g de maíz tomada, con ayuda de un calador, en varios puntos de sacos de 50 kg provenientes de cada parcela de híbridos en campo. Los granos se cosecharon a 22-24 % de humedad, siendo colocados en los sacos al momento de la descarga de la cosechadora mecánica en diferentes puntos de cada parcela.

Preparación de las muestras

Las muestras de grano de los híbridos fueron trasladadas al Laboratorio del Centro Tecnológico Polar (Caracas, Venezuela) luego fueron molidas con el uso de un equipo Cemotec 1090 (FossTecator, Suiza). De cada muestra se pesaron 90 mg de harina en tubos a los cuales se les agregaron 0,75 mL de metóxido de sodio y 2 mL de hexano, luego se agitaron por 30 minutos en un Hofer Red Rotor Shaker y centrifugaron a 2500 RPM, por 5 minutos a 10°C. Con una pipeta Pasteur se extrajo el sobrenadante (hexano) y se colocó en viales de reacción de fondo cónico, este proceso fue repetido pero agregando sólo 1 mL de hexano. El hexano resultante de ambas extracciones fue mezclado y se agregó un poco de sulfato de magnesio anhidro para remover el agua y evitar el deterioro de la columna. El producto final de la mezcla fue considerado como el extracto.

TABLE 1
Información sobre las localidades de ensayo

Localidad	Estado	Prec Δ	TM °C δ	msnm	Coordenadas	
					N	W
Píritu	Portuguesa	736	27,3	126	09°16'40"	69°04'37"
El Sombrero	Guárico	831	27,7	166	09°18'32"	66°47'43"
Las Velas	Yaracuy.	795	26,2	344	10°02'45"	69°09'12"

Δ Precipitación acumulada en mm durante el ciclo de cultivo; δ Temperatura media en °C durante el ciclo del cultivo.

Cromatografía de gases

La cromatografía se realizó siguiendo la metodología descrita por Belitz y Grosch (9). Previo a la inyección del extracto, la columna se purgó con un flujo de helio de 20 cm/seg a 250° C por un tiempo de 30 min a 1 hora, con el detector FID encendido, hasta lograr estabilizarse en 17–20 pA. Luego se inyectaron 2 μ l del estándar certificado diluido en un cromatógrafo de gases serie 6890 (Hewlett-Packard, USA), acoplado a un detector de ionización de llama cuyas

condiciones se especifican en la Tabla 2 y se calibraron los tiempos de elución para los ácidos grasos: palmítico (C16:0), palmítoleico (C16:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), araquídico (C20:0) y gadoleico (C20:1). Finalmente, se inyectó 0,2 μ L del extracto en la columna para determinar la proporción presente en el grano de los diferentes ácidos grasos. Los contenidos de ácidos grasos fueron obtenidos del promedio de tres lecturas y fueron expresadas en g /100 g del contenido de grasa total.

TABLE 2
Parámetros del método de análisis de ácidos grasos de cereales y derivados por Cromatografía de Gases (GC-FID)

Parámetros	GC-FID
Nombre del método	GRASCOR1
Tipo / dimensiones de la columna	Supelco SP-2380, N° cat. 24110-U 90% cianopropil 10% cianopropil fenil siloxano. 30 m x 0,25mm x 0,2 μ m
Volumen/modo de inyección	0,2 μ l, en columna
Temperatura del inyector	Ajustado en ratreo del horno (track oven)
Temperatura inicial del horno	140°C (por 2 min)
Rampa de calentamiento	4 °C/min
Temperatura final	250°C
Flujo	0,6 mL/min
Velocidad promedio	20 cm/seg
Tiempo de corrida	29,50 min
Temperatura del detector	Fuente: 250°C
Flujos de gases en el detector (FID)	Flujo de hidrógeno: 35 mL/min
	Flujo de aire: 350 mL/min
	Modo: flujo de ajuste constante (45 mL/min)
	Gas de ajuste: Helio

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y se determinaron los efectos híbridos y localidad, asimismo, se realizó la prueba de medias para ambas fuentes de variación usando t' student y Tukey a un nivel de probabilidad de 5%. Por otra parte, se aplicó correlación no paramétrica de Spearman Rho para conocer las asociaciones entre los distintos ácidos

grasos contenidos en el grano de maíz y la temperatura ambiental durante la maduración del grano. Los datos climáticos provienen de estaciones meteorológicas cercanas a los sitios de ensayo. En "Finca Las Guacamayas" se utilizaron los datos de la Estación Carrizales Aviación Militar Bolivariana El Sombrero Estado Guárico, latitud 09°25' norte y longitud 66°55' oeste y a una altura de 161 msnm. En Las Velas se

emplearon los datos de la Estación climatológica de Yaritagua del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Yaracuy, latitud 10°21'55" norte y longitud 68°39'12" oeste ubicada a 308 msnm de altura; y en Píritu se utilizaron los datos climáticos de la Estación Meteorológica de Araure del Centro de Investigaciones Agropecuarias del INIA Estado Portuguesa de coordenadas Latitud 9° 36' norte y Longitud 69° 13' oeste Altura: 200 msnm. Todos los análisis se hicieron con el software JMP 7 (10).

RESULTADOS

Los promedios de ácidos grasos saturados e insaturados de los híbridos fueron de 17,6 y 82,3 g/100g de grasa total, respectivamente (Tabla 3). De todos los ácidos grasos evaluados, los promedios y rangos mayores fueron obtenidos para el ácido linoleico (46,8 g/100g de grasa total) seguido del oleico (33,9 g/100g de grasa total); mientras los menores promedios fueron obtenidos para los ácidos palmitoleico, linolénico y gadoleico, estos a su vez, presentaron diferentes rangos, atribuido a las diferencias genéticas entre los maíces.

TABLA 3
Perfil de ácidos grasos del aceite de doce híbridos de maíz blanco proveniente de tres localidades de Venezuela

Híbridos	Ácidos grasos (g/100 g grasa total) ^λ											
	Palmitico C16:0	Palmito- leico C16:1	Esteárico C18:0	Oleico C18:1	Linoleico C18:2	Linolénico C18:3	Araquídico C20:0	Gadoleico C20:1	Satu- rados	Insatu- rados	Mono insaturados	Poli insaturados
D-2002	13,7 ^{bc}	0,20	3,3 ^a	34,9 ^{ab}	45,7 ^c	0,90	0,73 ^{abc}	0,50	17,7	82,2	35,6 ^{ab}	46,6 ^c
D-2562	13,4 ^c	0,23	3,2 ^a	34,3 ^{abc}	46,4 ^{bc}	0,93	0,73 ^{abc}	0,57	17,4	82,4	35,1 ^{abc}	47,3 ^{bc}
D-3160	14,1 ^{abc}	0,20	3,1 ^a	35,2 ^{ab}	45,2 ^c	0,90	0,67 ^{bc}	0,50	17,8	82,0	35,9 ^{ab}	46,1 ^c
H-3000	14,5 ^a	0,23	2,6 ^{bc}	33,0 ^c	47,5 ^b	0,93	0,70 ^{bc}	0,47	17,8	82,1	33,7 ^c	48,4 ^b
HS-11	14,0 ^{abc}	0,20	2,4 ^c	34,5 ^{abc}	46,6 ^{bc}	0,97	0,77 ^{ab}	0,50	17,2	82,7	35,2 ^{abc}	47,5 ^{bc}
HS-9	13,6 ^{bc}	0,23	2,7 ^{bc}	33,7 ^{bc}	47,3 ^b	0,97	0,70 ^{bc}	0,57	17,0	82,8	34,5 ^{bc}	48,3 ^b
P-1409BW	14,5 ^a	0,27	2,7 ^b	34,9 ^{ab}	45,5 ^c	1,03	0,60 ^c	0,33	17,9	82,0	35,5 ^{ab}	46,5 ^c
P-30B87	13,9 ^{abc}	0,23	3,1 ^a	35,8 ^a	45,1 ^c	0,97	0,67 ^{bc}	0,43	17,6	82,5	36,4 ^a	46,1 ^c
P-30F94	13,6 ^{bc}	0,20	3,1 ^a	34,5 ^{abc}	46,2 ^{bc}	0,93	0,80 ^{ab}	0,33	17,5	82,2	35,1 ^{abc}	47,2 ^{bc}
SEM-176C	14,4 ^a	0,23	2,6 ^{bc}	30,5 ^d	50,2 ^a	0,97	0,60 ^c	0,33	17,6	82,2	31,1 ^d	51,2 ^a
SF-02	13,6 ^{bc}	0,20	3,2 ^a	35,1 ^{ab}	45,4 ^c	0,90	0,87 ^a	0,50	17,7	82,1	35,8 ^{ab}	46,3 ^c
SK-198	14,2 ^{ab}	0,23	2,7 ^{bc}	30,7 ^d	49,9 ^a	0,93	0,67 ^{bc}	0,47	17,5	82,3	31,4 ^d	50,9 ^a
Media	14	0,2	2,9	33,9	46,8	0,9	0,70	0,5	17,6	82,3	34,6	47,7
Rango	1,1	0,07	0,9	5,3	5,1	0,13	0,27	0,24	0,9	0,8	5,4	5,1
CV%	3,0	19,8	6,8	2,9	2,0	6,7	11,2	30,8	2,4	0,5	2,7	2,0

^λ = Letras diferentes indican diferencias significativas (t, Student's 5%), la ausencia de letras indica no diferenciación.

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre híbridos para los ácidos grasos esteárico, oleico y linoleico ($p > 0,01$), palmítico y araquídico ($p > 0,05$) y no se detectaron diferencias para los ácidos grasos palmitoleico, linolénico y gadoleico. El ácido palmítico presentó un rango de variación de 1,1 g/100g de grasa total, entre híbridos y la comparación de medias reveló el establecimiento de tres grupos homogéneos, destacando niveles superiores para los híbridos H-3000, P-1409BW y SEM-176C, e inferiores para el híbrido D-2562. Los promedios de ácido palmítico de los híbridos D-3160, HS-11 y P-30B87 alcanzaron niveles intermedios que no fueron estadísticamente diferenciables del resto de los maíces, mientras que los híbridos restantes formaron parte de dos grupos homogéneos con promedios altos y bajos. En cuanto al contenido de ácido palmitoleico, este fue similar entre los híbridos y presentó la menor contribución porcentual y el menor rango de todos los ácidos grasos determinados.

El ácido esteárico presentó un rango reducido entre híbridos y la comparación de sus promedios evidenció el

establecimiento de tres grupos homogéneos. Los híbridos D-2002, D-2562, D-3160, P-30B87, P-30F94 y SF-02 conformaron un grupo estadísticamente superior, mientras que el híbrido HS-11, conformó el grupo de los menores promedios. Los híbridos restantes formaron parte de dos grupos homogéneos debido a sus promedios intermedios (Tabla 3).

El ácido oleico presentó el más amplio rango de variación (6,7 g/100g de grasa total). La comparación de medias reveló el establecimiento de cuatro grupos homogéneos, destacando niveles superiores para el híbrido P-30B87, e inferiores para los híbridos SEM-176C y SK-198. Los híbridos restantes formaron parte de dos o tres grupos homogéneos con promedios intermedios de ácido oleico (Tabla 3).

Para el ácido linoleico, la comparación de medias entre híbridos indica la definición de tres grupos homogéneos, donde los híbridos SEM-176C y SK-198 presentaron promedios significativamente superiores, mientras que los híbridos D-2002, D-3160, P-1409BW, P-30B87 y SF-02

pertenecieron al grupo con valores menores (Tabla 3).

Los híbridos presentaron promedios similares de ácido linoléico y gadoleico. En cuanto al ácido araquídico, los maíces se diferenciaron en tres grupos homogéneos, donde el mayor promedio fue alcanzado por el híbrido SF-02 y los menores promedios por los híbridos SEM-176 y P-1409BW; el resto de los híbridos presentaron promedios similares (Tabla 3).

En cuanto a la proporción de ácidos saturados e insaturados en la grasa, y a la división de estos últimos en monoinsaturados y polinsaturados se encontró que a pesar de que no se encuentran diferencias entre las primeras fracciones, si se observan diferencias altamente significativas entre los híbridos para las fracciones monoinsaturadas y polinsaturadas (Tabla 3).

En la proporción de ácidos monoinsaturados, la comparación de medias entre híbridos identifica cuatro grupos homogéneos, donde el mayor promedio fue alcanzado por el híbrido P-30B87 y los menores promedios por los híbridos SEM-176 y SK-198. Para los ácidos polinsaturados, esta comparación define la formación de tres grupos de medias, donde los mayores promedios fueron alcanzados por los híbridos SEM-176C y SK-198, mientras que los menores por los híbridos D-2002, D-3160, P-1409BW, P-30B87 y SF-02 (Tabla 3).

El análisis de varianza por ácido graso, revela que existen diferencias significativas ($p > 0,01$) para la fuente de variación “localidad” en casi todos los ácidos grasos a excepción del ácido gadoleico, así como en las fracciones saturadas,

monoinsaturadas y polinsaturadas. La Tabla 4 presenta la comparación de medias por localidad de los diferentes ácidos grasos para los doce híbridos bajo estudio, así como la suma de las fracciones saturadas e insaturadas y la subdivisión mono y poli insaturada. Dentro de las fracciones saturadas e insaturadas los promedios encontrados en “Las Velas” y “El Sombrero” fueron similares, mientras que “Píritu” obtuvo los mayores niveles de saturación de todas las localidades evaluadas. Asimismo, “Las Velas” posee los mayores valores de monoinsaturación. Los máximos rangos de variación entre localidades fueron encontrados para los ácidos graso oleico y linoleico y las fracciones mono y polinsaturadas, mientras que para el resto de las fracciones evaluadas las diferencias entre localidades fueron inferiores a 0,6 g/100g de grasa total.

La comparación de medias por “localidad” también revela el establecimiento de dos grupos diferentes, para los ácidos grasos considerados en el estudio, salvo el ácido gadoleico el cual no presentó diferencias importantes en sus promedios. Los niveles de ácido palmítico, linoleico y linoléico fueron significativamente superiores en “El Sombrero” y “Píritu” con respecto a “Las Velas”; mientras que el contenido de ácido palmítoleico resultó significativamente superior en “Píritu” con respecto a “Las Velas” y “El Sombrero” y estas últimas, a su vez, fueron similares. Los promedios de ácido esteárico y araquídico presentaron sus valores máximos en “Las Velas” y mínimos en “Píritu”. A pesar de las diferencias existentes de los promedios para ácidos grasos, no se evidenciaron efectos importantes en la proporción saturada-insaturada a través de las localidades (Tabla 4).

TABLA 4
Perfil de ácidos grasos del aceite de doce híbridos de maíz blanco por localidad de siembra

Localidad	Ácidos grasos (g/100 g grasa total) ^λ											
	Palmitico	Palmitoleico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linoléico	Araquídico	Gadoleico	Saturados	Insaturados	Mono insaturados	Poli insaturados
Las Velas	13,6 ^b	0,2 ^b	3,0 ^a	35,2 ^a	45,8 ^b	0,9 ^b	0,8 ^a	0,5	17,4 ^b	82,6	35,8 ^a	46,4 ^b
El Sombrero	14,1 ^a	0,2 ^b	2,7 ^b	33,1 ^b	47,7 ^a	1,0 ^a	0,7 ^{ab}	0,5	17,5 ^{ab}	82,5	33,8 ^b	48,6 ^a
Píritu	14,2 ^a	0,3 ^a	3,0 ^a	33,5 ^b	47,0 ^a	1,0 ^a	0,6 ^b	0,4	17,8 ^a	82,2	34,2 ^b	48,0 ^a
Rango	0,6	0,1	0,3	2,1	1,9	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4	2,0	2,2

λ = Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, 5%), la ausencia de letras indica no diferenciación.

En lo referente a los análisis de correlación, se encontró que la mayoría de los ácidos grasos estuvieron asociados significativamente de manera positiva y/o negativa, salvo los ácidos palmítoleico y gadoleicos, los cuales no presentaron correlación significativa con el resto de los ácidos grasos (Tabla 5). Los mayores coeficientes de correlación fueron negativos y las asociaciones más importantes fueron obtenidas para los ácidos linoleico-oleico (-), araquídico-palmítico (-), linoleico-esteárico (-), oleico-esteárico (+) y palmítico-esteárico (-) el

resto de las asociaciones fueron débiles. Por otra parte, se encontraron correlaciones significativas entre la temperatura media ambiental durante el desarrollo y maduración del grano y la concentración de los distintos ácidos grasos (Tabla 6). La temperatura media ambiental estuvo asociada positivamente con la concentración de los ácidos grasos palmítico, palmítoleico, linoleico, linoléico y los ácidos grasos saturados y polinsaturados y negativamente con los ácidos grasos, oleico y araquídico y los monoinsaturados.

Correlaciones^α entre ácidos grasos de doce híbridos de maíz blanco sembrados en tres localidades de Venezuela

	Palmitoleico	Esteárico	Oléico	Linoléico	Linolénico	Araquídico	Gadoleico
Palmitico	0,31ns	-0,55**	-0,47**	0,39*	0,33ns	-0,61**	-0,29ns
Palmitoleico		-0,10ns	-0,29ns	0,26ns	0,13ns	-0,25ns	-0,07ns
Esteárico			0,58**	-0,61**	-0,52**	0,41ns	0,04ns
Oleico				-0,98**	-0,43**	0,34*	0,03ns
Linoleico					0,44**	-0,34*	0,02ns
Linolénico						-0,48**	-0,19ns
Araquídico							0,32ns

α = Correlaciones no paramétricas de Spearman Rho; ns = no significativo, * y ** = significativo estadísticamente al 5 y 1%, respectivamente.

TABLA 6

Correlaciones entre temperatura media ambiental durante el desarrollo y maduración del grano y la concentración de ácidos grasos de doce híbridos de maíz blanco sembrados en tres localidades de Venezuela

Variable	Acidos grasos	Spearman p	Prob> p
Temperatura media	Palmitico (C16:0)	0,465	0,004
Temperatura media	Palmitoleico (C16:1)	0,517	0,001
Temperatura media	Esteárico (C18:0)	-0,056	0,745
Temperatura media	Oleico (C18:1)	-0,388	0,019
Temperatura media	Linoleico (C18:2)	0,354	0,034
Temperatura media	Linolénico (C18:3)	0,427	0,009
Temperatura media	Araquídico (C20:0)	-0,472	0,004
Temperatura media	Gadoleico (C20:1)	-0,287	0,090
Temperatura media	Saturados	0,411	0,013
Temperatura media	Insaturados	-0,113	0,511
Temperatura media	Monoinsaturados	-0,414	0,012
Temperatura media	Poli insaturados	0,392	0,018

DISCUSION

Las diferencias encontradas en la composición de ácidos grasos, tanto para el efecto genético como de localidad de los híbridos evaluados en este trabajo, han sido evidenciadas también en maíces cultivados en ambientes de clima templado (1,11) y ecuatoriales (12). Los granos de los cultivares en Venezuela alcanzaron una mayor acumulación de ácido esteárico y oleico que los señalados por Duvick *et al.* (13), en maíces cultivados en EE.UU.; presentaron mayores niveles de ácido palmítico y menores de ácido linoleico, con respecto a los obtenidos por Dunlap *et al.* (6), en maíces cultivados en Argentina, Chile, EE.UU. y Uruguay. Por otra parte, presentaron niveles de ácido palmítico, esteárico, linoleico y linolénico similares a los obtenidos por Onyango *et al.* (12) en maíces cultivados en Kenia. Las altas temperaturas para las condiciones tropicales de Venezuela, a diferencia de las de climas templados probablemente afectan negativamente la actividad de las enzimas responsables de la insaturación

durante la síntesis de ácidos grasos (20).

Los niveles de ácidos grasos saturados e insaturados, presentaron pocas diferencias entre los híbridos y los ambientes probados, pero mostraron un mayor nivel de saturación que los señalados para los aceites en maíces de clima templado. Las diferencias encontradas entre los maíces para los ácidos grasos palmítico, oleico y linoleico, podrían implicar cambios en las propiedades alimenticias, ya que estos representaron la mayor proporción de los ácidos grasos totales.

Los niveles de ácido esteárico y ácido oleico de los maíces, superaron ampliamente los niveles típicos de un maíz normal cultivado en clima templado (6,14-15), pero fueron inferiores a los indicados para maíces de alto contenido en oleico por Warner y Knowlton (16). Los maíces de alto contenido en oleico, o como se les conoce comúnmente “maíces alto oleico”, han sido desarrollados vía mejoramiento genético mediante selección y recombinación de genotipos con mayores niveles de este componente. Estos maíces concentran mayores niveles ácido oleico que los maíces convencionales, sin embargo poseen un inferior desempeño agronómico (datos no publicados). El aceite de maíz tiene alta demanda debido a su efecto positivo sobre la salud por parte del ácido linoleico (polinsaturado), no obstante, una alta concentración de este ácido le confiere inestabilidad al aceite, produciendo una rápida oxidación cuando se emplea para freír alimentos (2). Los aceites con un contenido superior de ácido oleico, como los encontrados en nuestro estudio, son recomendados para preparar frituras alimenticias, debido a que resultan más termoestables que el resto de los aceites de maíz (16).

La composición de ácidos grasos de los maíces evaluados, resultó similar a las margarinas (33-52 g/100g de grasa total de ácidos grasos saturados y 17-19 g/100g de grasa total de monoinsaturados), de manera que si se interesterifican pudieran ser usados para la producción de margarinas y salsas untables conforme a lo señalado por (16). Lo anterior evidencia los posibles usos alternativos de maíces, los cuales debe ser verificados en trabajos posteriores.

Las correlaciones más importantes fueron encontradas entre los ácidos grasos de 18 carbonos, esto puede ser atribuido a que estos ácidos comparten una ruta biosintética común de insaturación de orden: ácido esteárico (18:0), ácido oleico (18:1), ácido linoleico (18:2) y linoléico (18:3) (17-18).

El alto nivel de asociación encontrado entre los ácidos grasos oleico y linoleico, fue consistente a los señalados en maíces cultivados en zonas de clima templado (17,19). Lo anterior se atribuye a la gran predominancia de ambos ácidos, sobre la composición de los ácidos grasos totales. Los niveles de ácido palmítico estuvieron asociados de manera significativa, pero débil, con los ácidos esteárico, oleico y linoléico, lo que puede ser atribuido a la divergencia del ácido palmítico, en la ruta metabólica para la síntesis de los ácidos grasos de 18 carbonos (16,17).

Los mayores niveles de saturación de los híbridos en el presente estudio, estuvieron asociados a las localidades de mayor temperatura como resultado de la susceptibilidad térmica de las enzimas responsables de la insaturación durante la síntesis ácidos grasos en el grano de maíz (11). Para incrementar la insaturación durante la síntesis de ácidos grasos en las plantas y sus derivados, se requiere por lo general del aumento de la actividad de las enzimas ácido graso sintetasas, que es proporcional a la concentración de oxígeno disuelto (20). Sin embargo, incrementos de temperaturas ambientales reducen la concentración de este gas. Otra manera de incrementar la actividad, consiste en aumentar la expresión genética de las enzimas responsables de la insaturación.

CONCLUSIONES

Los híbridos de maíz evaluados varían en su composición de ácidos grasos de acuerdo a las localidades de Venezuela consideradas en este estudio. No se encontraron diferencias importantes en la relación de ácidos grasos saturados/insaturados. La variación en la composición específica de ácidos grasos de los híbridos podría implicar cambios en sus propiedades alimenticias según el ambiente donde se cultiven, lo que debe tomarse en cuenta en los programas de investigación y en el procesamiento industrial con fines de aprovechamiento del aceite de maíz para la alimentación humana. Por otra parte, los efectos de la temperatura ambientales sobre las enzimas involucradas en la síntesis de ácidos grasos en maíces de Venezuela deben ser consideradas en futuros estudios.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean hacer un reconocimiento al Centro Tecnológico Polar por la colaboración prestada en el análisis de ácidos grasos en granos de maíz y al Dr. Eduardo Graterol por la revisión y sugerencias realizadas en el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. White P, Weber E. Lipids of the kernel. 2003. In: White PJ, Johnson LA, editors. *Corn Chemistry and Technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc. 2003;p 355-405.
2. Orthoefer F, Eastman J, List G. Corn oil: composition, processing and utilization. In: White PJ, Johnson LA, editors. *Corn Chemistry and Technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc. 2003;p 671-694.
3. Dupont J, White J, Carpenter M, Schaefer E, Meydani S, Elson, C. et al. Food uses and health effects of corn oil. *J Am Coll Nutr*. 1990; 9(5):438-470.
4. Loy D, Wright K. Nutritional properties and feeding value of corn and its by-products. In: White PJ, Johnson LA, editors. *Corn Chemistry and Technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc; 2003. p 571-604.
5. Instituto Nacional de Nutrición (INN); Hojas de balance de alimentos de Venezuela 2002-2004. Caracas (Venezuela); 2007.
6. Dunlap F, White P, Pollak L. Fatty Acid Composition of Oil from Exotic Corn Breeding Materials. *J Am Oil Chem Soc*. 1995; 72(9): 989-993.
7. Peñaranda M, Navas A. Caracterización molecular y evaluación bioquímica de cultivares colombianos y germoplasma elite de maíz según contenido de aceite. *Agron. Colom*. 2005; 23:7-16.
8. Hornstra G, Kester AD. Effect of the dietary fat type on arterial thrombosis tendency: systematic studies with a rat model. *Atherosclerosis*. 1997;131:25-33.
9. Belitz H, Grosch W. *Food Chemistry*. 2nd ed; Germany: Springer-Verlag; 1999.
10. SAS INSTITUTE, JMP a business unit of SAS. Version 7.0.2. SAS Institute Inc; 2007.
11. Thompson D, Jellum M, Young C. Effect of Controlled Temperature Environments on Oil Content and on Fatty Acid Composition of Corn Oil. *J Am Oil Chem Soc*. 1973;50(12): 540-542.
12. Onyango A, Mwasaru M, Koaze H, Baba, N. Lipids characterization of some Kenyan Varieties. *Scientific Reports of The Faculty of Agriculture Okayama University*: 2000; 89:1-3.
13. Duvick S, Pollak L, Shen N, White, P. Utilizing the "fast-track breeding" technique to alter the fatty composition of Corn Belt corn oils. 1999; (Suppl 10): S105.
14. Shen N, Duvick S, White P, Pollak L. Oxidative Stability and Aroma Scan Analyses of Corn Oils with Altered Fatty Acid Content. *JAOCS*. 1999; 76(12):1425-1429.
15. Weber J. Changes in Structure of Triglycerides from Maturing Kernels of Corn. *Lipids*. 1973; 8(5):295-302
16. Warner K, Knowlton S. Frying Quality and Oxidative Stability of High-Oleic Corn Oils. *JAOCS*. 1997; 74(10):1317-1321.
17. Wassom J, Mikkelineni V, Bohn M, Rocheford T. QTL for Fatty Acid Composition of Maize Kernel Oil in Illinois High Oil × B73 Backcross-Derived Lines. *Crop Sci*. 2008; 48:69-78.
18. Stumpf P, 1980. Biosíntesis of saturated and unsaturated fatty acid. In: Stumpf P, Conn E, editors. *The Biochemistry of plants. A comprehensive treatise*. Vol. 4, Lipids: Structure and Function. Academia Press, New York. 1980; p 177-204.

19. Defacio R, Percibaldi M, Bramardi S, Ferrer M. Fatty acid composition of oil from 141 Argentinean maize (*Zea mays*) accessions from Buenos Aires province. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [serial on the Internet]. 2007. [cited 2010 May 10]; Available from: http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/t_maiz/artic36.htm
20. Harwood J. Environmental effects on plant lipid biochemistry in: Harwood J, editor. Plant lipid biosynthesis Series: Society for Experimental Biology Seminar Series (No. 67). Cambridge University Press; 1998.

Recibido: 07-08-2010

Aceptado: 14-12-2010

Bioactive indicators related to bioelements of eight unifloral honeys

Patricia Vit, Antonio Rodríguez-Malaver, Carlos Rondón, Isbelia González, María Luisa Di Bernardo, María Ysabel García

Departamento Ciencia de los Alimentos, Departamento de Bioquímica, Departamento de Química,
Departamento de Farmacología y Toxicología. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela

SUMMARY. Honey is the most popular bee product used by man, with nutritional and medicinal purposes. Its great diversity is attributed to numerous factors (bee type, visited flora, environment, and management). The quality of honey is controlled with routine parameters (free acidity, diastase activity, reducing sugars, ash, water, hydroxymethylfurfural, and sucrose contents). Besides the biochemical quality control, a functional profile is also important for pharmacological applications. In this work, bioactive indicators such as the antioxidant activity, flavonoid and polyphenol contents were evaluated by spectrophotometry, and correlated to the content of six bioelements (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn) measured by atomic absorption spectroscopy, tandem FI-FAAS, in 14 unifloral Czech honeys. The antioxidant activity was 43.13 ± 53.72 μ moles TEAC/100 g honey. The flavonoid content was 5.18 ± 4.19 mg QE/100 g, and the polyphenol content was 45.38 ± 27.20 mg GAE/100 g. Buckwheat honey showed the highest values for these indicators of bioactivity, the acacia honeys the lowest, and the rest of the honeys were comprised between both of them. Honey content of bioelements was 138.19 ± 55.57 ppm Ca (min 77.11 – max 261.65), 0.33 ± 0.41 ppm Cu (min 0.00 – max 1.37), 2.95 ± 1.10 ppm Fe (min 1.34 – max 5.36), 35.08 ± 29.59 ppm Mg (min 8.76 – 128.06), 4.93 ± 3.99 ppm Mn (min 0.34 – max 11.31), 1.07 ± 0.56 ppm Zn (min 0.49 – max 2.52). The antioxidant activity of honey was significantly correlated to its content of copper, iron, magnesium, manganese and zinc, but was not correlated to calcium.

Key words: Antioxidant capacity, bioelements, flavonoids, polyphenols, unifloral honey.

INTRODUCTION

Honey is the product obtained from secretions of living parts of plants or excretions of plant sucking insects, and the activities of the bees to collect the sugary fluids, combine them with their own substances, transform, deposit, dehydrate, store, and leave in the honey comb to ripen and mature (1). Although honey is reported to contain about 181 substances (2), it needs a simple description for quality control purposes. Therefore, according to the *Codex Alimentarius* Commission (CODEX,

RESUMEN. Indicadores de bioactividad relacionados con bioelementos de ocho mieles uniflorales. La miel de abejas es el producto apícola más popular utilizado por el hombre, con fines nutricionales y medicinales. Su gran diversidad se atribuye a numerosos factores (tipo de abeja, flora visitada, ambiente, y manejo). La calidad de la miel se controla con parámetros de rutina: acidez libre, actividad de la diastasa, azúcares reductores, cenizas, humedad, hidroximetilfurfural, sacarosa aparente. Junto con el control de calidad bioquímica, también es importante su perfil funcional para aplicaciones farmacológicas. En este trabajo se evaluaron indicadores de bioactividad como la actividad antioxidante, el contenido de flavonoides y de polifenoles por espectrofotometría, y se correlacionaron con el contenido de seis bioelementos (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn) determinados por espectroscopía de absorción atómica, IF acoplada a EAA con llama, en 14 mieles uniflorales checas. La actividad antioxidante fue 43.13 ± 53.72 μ moles TEAC/100 g miel. El contenido de flavonoides fue 5.18 ± 4.19 mg EQ/100 g, y el de polifenoles fue 45.38 ± 27.20 mg EAG/100 g. La miel de trigo sarraceno mostró los mayores valores en estos indicadores de bioactividad, las mieles de acacia los más bajos, y en el resto de las mieles estuvieron comprendidos entre ambos. El contenido de bioelementos en la miel fue 138.19 ± 55.57 ppm Ca (min 77.11 – max 261.65), 0.33 ± 0.41 ppm Cu (min 0.00 – max 1.37), 2.95 ± 1.10 ppm Fe (min 1.34 – max 5.36), 35.08 ± 29.59 ppm Mg (min 8.76 – 128.06), 4.93 ± 3.99 ppm Mn (min 0.34 – max 11.31), 1.07 ± 0.56 ppm Zn (min 0.49 – max 2.52). La actividad antioxidante de la miel se correlacionó significativamente con su contenido de cobre, hierro, magnesio, manganeso y zinc, pero no se correlacionó con el contenido de calcio.

Palabras clave: Actividad antioxidante, bioelementos, flavonoides, polifenoles, mieles uniflorales.

2001) “honey consists essentially of different sugars, predominantly fructose and glucose as well as other substances, such as organic acids, enzymes and solid particles derived from honey collection”. In this description, water, which is the second main component of honey, is missing (3), and therefore needs to be added and considered in analytical procedures.

All over the world, honey is considered an ingredient of traditional and complementary/alternative medicine. Scientific support is emerging with several publications on the diversity of its therapeutic effectiveness (4,5). There are a few

reports about the effectiveness of honey in gastric ulcers or gastrointestinal disorders in humans (6). Honey has been reported to be effective in healing of wounds and burns (7). Currently, there is overwhelming evidence that free radicals cause oxidative damage to lipids, proteins, carbohydrates and nucleic acids. Therefore, reactive oxygen species (ROS) such as the superoxide anion ($O_2^{\bullet-}$), the hydroxyl radical (OH^{\bullet}), and the lipid peroxy radical (LOO^{\bullet}) might lead to many biological complications including carcinogenesis, mutagenesis, aging, atherosclerosis and neurodegenerative diseases (8). A large variety of pathologies has been related to ROS. Therefore it is quite important to find new antioxidants that could lessen the deleterious effects of ROS on the organism. These free radicals are removed by various forms of antioxidants. In general, the term antioxidant is any substance that when present at low concentrations compared to those of an oxidizable substrate, significantly delays or prevents oxidation of that substrate, including various types of molecules found *in vivo* (9). Natural antioxidants can be phenolic compounds (tocopherol, flavonoids, and phenolic acids), nitrogen compounds (alkaloids, chlorophyll derivatives, amino acids, and amines), or carotenoids as well as ascorbic acid (10-12).

Bioelements of honey are studied for their nutritional importance, as indicators of geographical origin and industrial pollution (13-16). The aim of this work was to study what bioelements are correlated to the antioxidant capacity of eight unifloral honeys from *Apis mellifera* L. For this purpose, we measured their antioxidant capacity, flavonoids, polyphenols, and the content of calcium, copper, iron, magnesium, manganese and zinc.

MATERIALS AND METHODS

Honey samples

The fourteen unifloral honeys harvested in the Czech Republic are indicated in Table 1. These honeys were not heated prior to packaging in year 2006. The botanical origin of the samples was confirmed by qualitative melissopalynological analysis, with more than 45% pollen counts of the dominant pollen type (17).

TABLE 1
Botanical origin of unifloral honey samples

Common name	n	Scientific name
Acacia	2	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Buckwheat	2	<i>Fagopyrum esculentum</i> L.
Heather	1	<i>Erica herbacea</i> L.
Lime	2	<i>Tilia cordata</i> L.
Rape	2	<i>Brassica napus arvensis</i> L.
Raspberry	1	<i>Rubus idaeus</i> L.
Sunflower	2	<i>Helianthus annuus</i> L.
Pine honeydew	2	<i>Abies alba</i> Mill.

Honeys were viscous liquids or solidified after crystallization. Acacia honey is very light yellow, remains liquid and has a very sweet taste. Buckwheat honey is reddish brown and has a strong animal aroma. Heather honey. Lime honey is golden brown and has a strong medicinal aroma. Rape honey has fine crystals and is frequently named "bee lard" because his color and texture are creamy. Raspberry honey also crystallizes, has light color and very sweet taste. Sunflower honey is yellow, sweet taste and sour fruit aroma. Pine honeydew honey is pale brown, has fine crystals and menthol aroma.

Bioactive indicators

Antioxidant activity

The total antioxidant activity was estimated as Trolox antioxidant capacity (TEAC) after the decolorization of the ABTS^{•+} radical cation (18). A mixture 1:1 of 7 mM ABTS (Sigma-Aldrich, USA) and 4.9 mM ammonium persulfate was prepared, covered with foil for 16 h, and diluted up to an absorbance of 0.7 ± 0.2 at 734 nm, reached with approximately 40 μ L of reagent + 760 μ L ethanol. To this mixture, 10 μ L of the diluted honey (0.1 g of honey plus 1 mL of 20% v/v ethanol) were added, shaken vigorously and absorbance was recorded at 734 nm after 6 min using a UV/VIS Perkin-Elmer Lambda 3B spectrophotometer. A calibration curve with 0.625-1.25-2.5 mM Trolox (Sigma-Aldrich, USA) was used to measure the percentage of decolorization, to estimate μ M Trolox equivalents/100 g honey.

Flavonoids

Total flavonoid contents in the sample were determined by the method of Woisky and Salatino (19), with minor modifications. To 0.1 mL of the honey sample solution, 0.5 mL of 20 mg/mL $AlCl_3$ (Fischer Scientific, USA) ethanol solution were added. After 60 min at 25°C, the absorbance was measured at 420 nm. Total flavonoids were calculated as mg quercetin (Sigma-Aldrich, Germany) equivalents QE/100 g honey from a calibration curve.

Polyphenols

Total polyphenol contents in sample were determined after the Folin-Ciocalteu colorimetric method (20). Sample solution (0.1 mL) was mixed with 0.5 mL of the Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, USA) and 0.4 mL of 7.5% Na_2CO_3 (IQE, Venezuela), and the absorbance was measured at 765 nm after 10 min at 37°C. Total polyphenol contents were expressed as mg gallic acid (Sigma-Aldrich, Germany) equivalents GAE/100 g honey.

Spectroscopic elemental determinations

Equipment

A flame atomic absorption system (FAAS) Perkin Elmer, model Analyst 200 was coupled to a system of continuous flow injection (FI) analysis consisting in a peristaltic pump (Gilson, model Miniplus 3, water with specific resistance 18 M Ω cm as carrier flow, an injector and Tygon tubes. The radiation source was a Perkin Elmer or Varian specific cathodic lamp for each element. Stock and honey dilutions were injected with a 100 μ L Perkin Elmer syringe.

Reagents

Analytical grade reagents (Merck) were used unless other brand is informed. All solutions were prepared with deionized bidistilled water with specific resistivity of 18 M Ω cm which was obtained with a Millipore Milli-Q Plus system. This water was also the carrier flow in the FI system.

Glassware cleaning

All glassware was washed with liquid detergent and abundant water, rinsed with a 20% (v/v) nitric acid solution, and washed six times with deionized bidistilled water of 18 M Ω cm resistivity.

Dilutions for the calibrating curve

Diluted stock aqueous solutions for calcium, copper, iron, magnesium, manganese and zinc were prepared daily in 100 mL clean flasks.

Sample treatment

Honey (3.0 ± 0.1 g) was covered with a minimum volume of hydrogen peroxide 35% Riedel-de Haen (1 mL), digested at room temperature (25°C) until complete dilution (approximately 24 h), diluted to a final volume of 5 mL and refrigerated (4°C) until analysis.

Experimental conditions

In Table 2 are shown the experimental conditions of the analytical method used to determine bioelements in honey.

TABLE 2

Operating conditions of the FI-FAAS system to determine calcium, copper, iron, magnesium, manganese and zinc in honey

Parameter	Cu	Zn	Ca	Mg	Fe	Mn
FAAS wavelength (nm)	324.75	213.86	422.67	285.21	248.33	279.48
Brand of the lamp	Perkin-Elmer	Perkin-Elmer	Varian	Varian	Varian	Perkin-Elmer
Lamp Current (mA)	15	15	10	6	25	20
Slit-width (mm)	2.7/0.8	2.7/1.8	2.7/0.6	2.7/1.05	1.8/1.35	1.8/0.6
Air/acetylene flow rate (L/min)	10/2.5	10/2.5	10/2.7	10/2.5	10/2.5	10/2.5
Sensitivity check (mg/L)						
– instrumental response (A)	4.0-0.210	1.0-0.204	4.0-0.205	0.3-0.230	9.0-0.240	3.0-0.340
Sample volume (μ L)	30	30	30	30	30	30
Dispersion tube length (cm)	32	32	32	32	32	32
Dispersion tube diameter (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Carrier flow rate (mL/min)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Interference study

Honey matrix interference studies were done by the standard addition technique, with variable volume of the stock and fixed final volume. No significant differences ($p < 0.05$) were found between the slopes of the simple calibration curve and the addition graphs. Therefore it was concluded that the honey had no effect on the measurements, and the simple calibration curve was used.

Precision

The percentage of relative standard deviation (% RSD) to meet the recommended interantional interval ($< 5\%$) measured the precision of the method.

Accuracy

The recovery study of each analyte was done to validate the accuracy of the method. The absorbance of the honey sample and the stock bioelement were measured. Percentage recovery values were within the recommended international standards ($100 \pm 5\%$).

Analytical characteristics

In Table 3 are listed the analytical characteristics of the FAAS-FIA system to measure Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn in honey.

TABLE 3

Analytical characteristics of the FI-FAAS system to measure calcium, copper, iron, magnesium, manganese and zinc in honey

Bioelement	LOD ¹ (mg/L)	LOQ-LOL ² (mg/L)	m (L/mg)	r ²
Cu	0.39	0.5-45	0.0117	0.9975
Zn	0.10	0.3-8.0	0.0338	0.9978
Ca	0.35	1.1-6.0	0.0076	0.9971
Mg	0.03	0.1-1.0	0.1977	0.9999
Fe	0.28	0.9-21	0.0055	0.9989
Mn	0.22	0.7-5	0.0165	0.9991

¹ Limit of detection.

² Limit of quantitation – Limit of linearity

Statistical analysis

SPSS 12.0 software (21) was used to calculate mean \pm SD for all variables, and to correlate variables.

RESULTS

Data from Table 4 show the antioxidant activity and contents of flavonoids, polyphenols and elements in each type of unifloral honey, with highlighted minimum and maximum values in each parameter. The average antioxidant activity of all unifloral honeys was 43.13 ± 53.72 μ moles TEAC/100 g honey. The average flavonoid content was 5.18 ± 4.19 mg QE/100 g, and the average polyphenol content was 45.38 ± 27.20 mg GAE/100 g. Fir honeydew honey showed the highest values for antioxidant activity, but higher values of flavonoid and polyphenols content were found in buckwheat honey. The acacia honey has the lowest values of the three indicators of bioactivity, and the rest of the honeys were between them.

TABLE 4
Bioactive indicators and concentration of bioelements in unifloral honeys

Botanical origin of	Statistic	Bioactive indicators			Concentration of bioelements (mg/mL)					
		Antioxidant activity honey μ moles TEAC/100 g	Flavonoids mg QE/100 g	Polyphenols mg GAE/100 g	Ca	Cu	Mg	Mn	Fe	Zn
Acacia	Mean	0.00	0.04	13.63	101.99	0.00	41.76	0.50	1.87	0.69
	SD	0.00	0.10	2.54	27.64	0.00	25.94	0.18	0.55	0.22
Buckwheat	Mean	103.76	12.44	96.79	114.41	0.72	25.10	7.64	3.23	1.08
	SD	42.98	0.58	12.29	29.34	0.06	17.37	3.95	1.09	0.13
Fir	Mean	113.93	5.34	63.78	138.42	0.97	79.00	8.84	4.09	1.91
	SD	53.56	0.37	6.57	11.70	0.25	48.29	2.56	1.24	0.66
Heather	Mean	73.27	11.54	56.89	101.66	0.66	12.59	10.70	4.59	2.05
	SD	35.22	0.35	0.53	4.24	0.00	0.16	0.18	0.20	0.03
Lime	Mean	19.61	3.07	29.72	190.28	0.28	13.77	4.01	2.59	0.87
	SD	17.37	0.87	4.90	75.18	0.31	2.81	3.05	0.44	0.02
Rape	Mean	0.00	1.89	27.41	98.26	0.00	32.76	0.59	2.27	0.72
	SD	0.00	1.03	3.16	8.07	0.00	20.09	0.04	0.67	0.15
Raspberry	Mean	0.00	3.07	25.25	118.19	0.00	21.30	4.75	3.01	0.60
	SD	0.00	0.21	3.68	4.31	0.00	0.44	0.12	0.00	0.00
Sunflower	Mean	27.98	6.17	45.28	214.01	0.00	36.25	3.02	2.83	0.89
	SD	25.65	0.43	5.78	49.72	0.00	2.09	1.55	0.92	0.37
Total	Mean	43.13	5.18	45.38	138.19	0.33	35.08	4.93	2.95	1.07
	SD	53.72	4.19	27.20	55.57	0.41	29.59	3.99	1.10	0.56
	Min	0.00	0.04	13.63	98.26	0.00	12.59	0.50	1.09	0.60
	Max	113.93	12.44	96.79	190.28	0.97	79.00	10.70	4.59	2.52

Minimum and maximum values for each parameter are visible with grey shadows on the values.

Honey content of bioelements was 138.19 ± 55.57 ppm Ca (min 77.11 – max 261.65), 0.33 ± 0.41 ppm Cu (min 0.00 – max 1.37), 2.95 ± 1.10 ppm Fe (min 1.34 – max 5.36), 35.08 ± 29.59 ppm Mg (min 8.76 – max 128.06), 4.93 ± 3.99 ppm Mn (min 0.34 – max 11.31), 1.07 ± 0.56 ppm Zn (min 0.49 – max 2.52). Pearson correlations are shown in Table 5.

TABLE 5
Correlations between bioelements and bioactive indicators of honey

Bioelements	Pearson correlations		
	antioxidant activity	flavonoid content	polyphenol content
Ca	-0.114	0.039	-0.092
Cu	0.847**	0.576**	0.747**
Fe	0.756**	0.495**	0.571**
Mg	0.399**	-0.109	0.105
Mn	0.663**	0.628**	0.691**
Zn	0.716**	0.457**	0.484**

(**) correlation is significant at the 0.01 level

DISCUSSION

This work is a contribution to characterize a bioactive profile of Czech unifloral acacia, buckwheat, heather, lime, rape, raspberry, sunflower and fir honeydew honey.

The origin of bioelements is not well understood. In a work with Portuguese honeys, poor correlation was found between honey bioelements, with soil, tree bark and lichens (22). In another study with Italian honeys, Cu and Fe could not be traced back and variations were attributed to the heterogenous nature of materials collected by bees (23). Predicting the species and the fractions of the bioelements measured in honey, is even more challenging. These elements could be present in enzymes, diluted salts, or participate in other systems like Redox: 1. Ca(II) is like a bridge in the coordination geometries and controls protein fold by carbonyl interaction. 2. Cu varies its oxidation state from Cu(I) to Cu(II) and participates in oxidases, electronic carriers and monooxygenases. 3. Fe is a promoter of the Fenton reaction, Fe(II) and Fe(III) electron transfer. 4. Mg(II) is in the chlorophyll porphyrin ring and stabilizes nucleic acids. 5. The enzymes superoxide dismutase and catalase contains Mn, also Mn mononuclear and polynuclear complexes have a biological function in photosynthesis. 6. Zn(II) is the metallic center of many metalloenzymes (polymerases, ligases, transferases, alkaline phosphatases, aminopeptidases, collagenases, hydrolases), nucleic acid and lipids (24).

Although honey is not a major source of antioxidants and bioelements in the human diet, it has the ability to scavenge

free radicals (25), and to inhibit chemiluminescence in a xanthine-xanthine oxidase-luminol system that works via generation of superoxide radicals (26). Honey also has the potential to exert an antioxidant action by the inhibition of the formation of free radicals in the first place. Honey flavonoids and other polyphenols will do that (27). The phytochemical profile of honey is known for the content of flavonoids and phenolic acids, which operate as antioxidants. The water soluble antioxidant fraction contains chrysin, quercetin, kaempferol, galangin, pinobanksin, pinocembrin, additional to vitamin C and catalase, creating an antioxidant system unique to honey (28). The unifloral Czech honeys studied here revealed that the antioxidant activity is significantly correlated to their content of copper, iron, magnesium, manganese and zinc, as well as their content of flavonoids and polyphenols (See Table 5). Fractionation by solid phase extraction (SPE) separated a major cationic class (60.9 – 88.9%), hydrophobic, and residual metal species of copper, iron, manganese and zinc, with suggested organic complexation of these metals in honey (29, 30). Aminoacids, aroma compounds, enzymes, flavonoids, organic acids, proteins, polyphenols and vitamins are able to form a transition metal complex with donor atoms of oxygen, nitrogen or sulphur. The residual metal species are likely to form stable anionic or neutral complexes with organic acids and aminoacids, whereas the hydrophobic species complexed with phenolics reduce the metal absorbability from food (31). However, the oxidative path of Fenton reactions can be stopped by honey antioxidants complexing with the catalyst Fe^{2+} .

Calcium concentration was not correlated to the antioxidant activity, flavonoid and polyphenol contents of honey. In a previous work, metals and antioxidant activity of Turkish red pine honey were measured by plasma and DPPH respectively, but they only correlated polyphenols and antioxidant activity (32), therefore this is the first time bioelements are correlated to the antioxidant activity of honey.

Additional to metal profiles, further studies should address to the different organic ligands of the honey matrix needed to predict the nutritional and toxic properties caused by the set of metal species having biological roles. The function of these metals in the bee is another aspect to trace back the presence of different species in honey. For example, cellular redox is crucial for bee olfactory processing, and modulation is achieved by iron chelation to prevent ROS mediated oxidative stress (33).

ACKNOWLEDGEMENT

To Mr. Bronislav Gruna and to the Bee Research Institute at Dol, Eng. Michal Bednar and Prof. Dalibor Titera, for providing the unifloral acacia, buckwheat, heather, lime, rape, raspberry, sunflower and honeydew honey samples from the

Czech Republic. To financial support received from CDCHT-ULA project FA-458-09-03-B, and CVI-ADG-FA-04-97.

REFERENCES

- Codex Alimentarius Commission. CAC. Revised Codex Standard for Honey. CODEX STAN 12-1981. Rome (Italy): FAO/WHO; 2001.
- White JW. Composition of Honey. In: Crane E, editor. Honey, a comprehensive survey. London: Heinemann; 1979. p. 157-206.
- Vit P. Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos. *Rev. Inst. Nac. Hig. "Rafael Rangel"*. 2004; 35: 32-39.
- Molan PC. Why honey is effective as a medicine. 1. Its use in modern medicine. In: Munn P, Jones R, editors. Honey and healing. Cardiff (UK): International Bee Research Association (IBRA); 2001a. p. 5-13.
- Molan PC. Why honey is effective as a medicine. 2. The scientific explanation of its effects. In: Munn P, Jones R, editors. Honey and healing. Cardiff (UK): International Bee Research Association (IBRA); 2001b. p. 14-26.
- Ladas SP, Haritos DN, Raptis SA. Honey may have a laxative effect on normal subjects because of incomplete fructose absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 1995; 62: 1212-1215.
- Subrahmanyam M. Topical application of honey in the treatment of burns. *Br. J. Surg.* 1991; 78: 497-508.
- Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford (UK): Calendon Press; 1989.
- Halliwell B. How to characterize a biological antioxidant. *Free Rad. Res. Comm.* 1990; 9: 1-32.
- Machlin LJ, Bendich A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. *FASEB J.* 1987; 1: 441-445.
- Larson RA. The antioxidants of higher plants. *Photochemistry* 1988; 27: 969-978.
- Hall CA, Cuppet SL. Structure-activities of natural antioxidants. In: Aruoma OI, Cuppet SL, editors. Antioxidant methodology in vivo and in vitro concepts. Champaign, Illinois (USA): AOAC Press. 1997; p. 2-29.
- Terrab A, Hernanz D, Heredia FJ. Inductively coupled plasma optical emission spectrometric determination of minerals in thyme honeys and their contribution to geographical discrimination. *J. Agric. Food Chem.* 2004; 52(11):3441-3445.
- Bogdanov S. Contaminants of bee products. *Apidologie* 2006; 37: 1-18.
- Madejczyk M, Baralkiewicz D. Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Anal. Chim. Acta* 2008; 617(1-2):11-7.
- Stankovska E, Stafilov T, Šajin R. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. *EMA* 2008; 142(1-3):117-126.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohol G. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 1978; 59(4): 139-157.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med.* 1999; 26(9/10): 1231-1237.
- Woisky R, Salatino A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. *J Agric Res.* 1998; 37: 99-105.
- Singleton V, Orthofer R, Lamuela-Raventos R. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzimol.* 1999; 299:152-178.
- SPSS for Windows. Base system user's guide, release 12.0. Chicago (USA): SPSS Inc.
- Freitas MC, Pacheco AMG, Ferreira E. Nutrients and other elements in honey from Azores and mainland Portugal. *JRNC* 2006; 270(1): 123-130.
- Caroli S, Forte G, Iamiceli AL, Galoppi B. Determination of essential and potentially toxic trace elements in honey by inductively coupled plasma-based techniques. *Talanta* 1999; 50(2): 327-336.
- Contreras RR. Algo más sobre los alimentos: Una visión desde la química. Mérida (Venezuela): FUNDACITE-Mérida, Facultad de Ciencias-ULA; 2006.
- Frankel S, Robinson GE, Berenbaum MR. Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *J. Apicult. Res.* 1998; 37: 27-31.
- Ali AT, Al-Swayeh OA. Natural honey prevents ethanol-induced increased vascular permeability changes in the rat stomach. *J. Ethnopharmacol.* 1997; 55: 231-238.
- Dailey LA; Imming P. 12-Lipoxygenase: classification, possible therapeutic benefits from inhibition, and inhibitors. *Curr. Med. Chem.* 1999; 6: 389-398.
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50:5870-5877.
- Pohl P, Prusisz B. Simple and versatile operational fractionation of Fe and Zn in dietary products by solid phase extraction on ion exchange resins. *Talanta* 71: 411-418.
- Pohl P, Sergiel I. Direct determination of the total concentration of copper, iron and manganese and their fractionation forms in freshly ripened honeys by means of flame atomic absorption spectrometry. *Microchim. Acta* 2010; 168:9-15.
- Santos-Buelga C, Scalbert A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J. Sci. Food Agric.* 80:1094-1117.
- Akbulut M, Ozcan M M, Coklar H. Evaluation of antioxidant activity, phenolic, mineral contents and some physicochemical properties of several pine honeys collected from Western Anatolia. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2009; 60 (7): 577-589.
- Farooqui T. Iron-induced oxidative stress modulates olfactory learning and memory in honeybees. *Behav. Neurosci.* 2008; 122 (2): 433-447.

Recibido: 04-08-2010

Aceptado: 15-11-2010