

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 60

JUNIO 2010

Nº2

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

- Efectividad del uso de suplementos de proteína en entrenamientos de fuerza: Revisión sistemática**
Armendariz-Anguiano AL, Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M, Pérez-Morales ME 113
- Use of a predictive model for food insecurity estimates in Brazil**
Muriel Bauermann Gubert, Maria Helena D'Aquino Benício, Joseane Padilha da Silva, Tereza Etsuko da Costa Rosa, Soane Mota dos Santos, Leonor Maria Pacheco dos Santos 119

PERSPECTIVA

- Prevalence and magnitude of body weight and image dissatisfaction among women in dietetics majors**
Marta Arroyo, Nekane Basabe, Serrano L, Sánchez C, Ansotegui L, Ana M^a Rocandio 126

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

- Folatos y hierro en mujeres en edad fértil de una comunidad en Venezuela afectada por la incidencia de defectos del tubo neural**
Montilva Mariela, Papale Jham, García-Casal María Nieves, Berné Yelitza, Ontiveros Yudith, Durán Lourdes 133
- Efectividad del índice de masa corporal en el diagnóstico nutricional de las gestantes adolescentes**
Ingrid Rached-Paoli, Gladys Henriquez-Pérez 141

Association of dyslipidemia with intakes of fruit and vegetables and the body fat content of adults clinically selected for a lifestyle modification program <i>Mauro Massao Takahashi, Erick Prado de Oliveira, Fernando Moreto, Kátia Cristina Portero-McLellan, Roberto Carlos Burini</i>	148
Nutrición Infantil	
Evolución del estado nutricional de niños chilenos desde la etapa preescolar a la escolar: resultados antropométricos según procedencia de las mediciones <i>Juliana Kain, Marcos Galván, Marcela Taibo, Camila Corvalán, Lydia Lera, Ricardo Uauy</i>	155
Nutrición y Obesidad	
Medición ultrasonográfica de grasa visceral intraabdominal en hombres obesos. Asociación con alteración de lípidos séricos e insulinemia <i>Edgar Navarro, Volga Mijac, Hermes Flórez y Elena Ryder</i>	160
Consumo de Alimentos	
Avaliação do consumo alimentar de pré-escolares do Distrito Federal, Brasil <i>Renata Couto Falcão Gomes, Teresa Helena Macedo da Costa, Bethsáida de Abreu Soares Schmitz</i>	168
Microbiología de Alimentos	
Capacidad de formación de biopelículas de cepas de <i>Listeria monocytogenes</i> aisladas a partir de queso tierno de origen costarricense <i>Gabriela Carrillo Zeledón, Mauricio Redondo Solano, María Laura Arias Echandi</i>	175
Evaluación microbiológica de alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses <i>Evelyn Rodríguez-Cavallini, César Rodríguez, María del Mar Gamboa, María Laura Arias</i>	179
Ciencia de Alimentos	
Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto <i>Elizabeth Contreras López, Judith Jaimez Ordaz, Griselda Porras Martínez, Luis Felipe Juárez Santillán, Javier Añorve Morga y Socorro Villanueva Rodríguez</i>	184
Stability of carotenoids, phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant capacity of tomatoes during thermal processing <i>K. Jacob, F.J. García-Alonso, G. Ros and M.J. Periago</i>	192
Tecnología de Alimentos	
Desarrollo de una formulación de paté a base de descartes de pulpa de trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) <i>Mario Villarroel, Julia Hazbun, Pamela Morales</i>	199
INFORMACION PARA LOS AUTORES	205

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 60

JUNE 2010

Nº 2

Contents

Pages

GENERAL ARTICLES

- Effectivity in the use of protein supplements in resistance training: Systematic review**
Armendariz-Anguiano AL, Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M, Pérez-Morales ME 113
- Use of a predictive model for food insecurity estimates in Brazil**
Muriel Bauermann Gubert, Maria Helena D'Aquino Benício, Joseane Padilha da Silva, Tereza Etsuko da Costa Rosa, Soane Mota dos Santos, Leonor Maria Pacheco dos Santos 119

PERSPECTIVE

- Prevalence and magnitude of body weight and image dissatisfaction among women in dietetics majors**
Marta Arroyo, Nekane Basabe, Serrano L, Sánchez C, Ansotegui L, Ana M^a Rocandio 126

RESEARCH PAPERS

Human Nutrition

- Folate and iron in fertile age women from a Venezuelan community affected by incidence of neural tube defects**
Montilva Mariela, Papale Jham, García-Casal María Nieves, Berné Yelitza, Ontiveros Yudith, Durán Lourdes 133
- Effectiveness of the Body Mass Index in the nutritional diagnosis of pregnant adolescents**
Ingrid Rached-Paoli, Gladys Henriquez-Pérez 141

Association of dyslipidemia with intakes of fruit and vegetables and the body fat content of adults clinically selected for a lifestyle modification program <i>Mauro Massao Takahashi, Erick Prado de Oliveira, Fernando Moreto, Kátia Cristina Portero-McLellan, Roberto Carlos Burini</i>	148
Infant Nutrition	
Evolution of the nutritional status of Chilean children from preschool to school age: anthropometric results according to the source of the data <i>Juliana Kain, Marcos Galván, Marcela Taibo, Camila Corvalán, Lydia Lera, Ricardo Uauy</i>	155
Nutrition and Obesity	
Ultrasonography measurement of intrabdominal visceral fat in obese men. Association with alterations in serum lipids and insulinemia <i>Edgar Navarro, Volga Mijac, Hermes Flórez y Elena Ryder</i>	160
Food Consumption	
Dietary assessment of pre-school children from Federal District Brazil <i>Renata Couto Falcão Gomes, Teresa Helena Macedo da Costa, Bethsáida de Abreu Soares Schmitz</i>	168
Food Microbiology	
Biofilm formation capacity of <i>Listeria monocytogens</i> strains isolated from soft cheese from Costa Rica <i>Gabriela Carrillo Zeledón, Mauricio Redondo Solano, María Laura Arias Echandi</i>	175
Microbiological evaluation of ready-to-eat foods manufactured by small Costa Rican industries <i>Evelyn Rodríguez-Cavallini, César Rodríguez, María del Mar Gamboa, María Laura Arias</i>	179
Food Science	
Physicochemical and sensory properties of flours ready to prepare an amaranth “atole” <i>Elizabeth Contreras López, Judith Jaimez Ordaz, Griselda Porras Martínez, Luis Felipe Juárez Santillán, Javier Añorve Morga y Socorro Villanueva Rodríguez</i>	184
Stability of carotenoids, phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant capacity of tomatoes during thermal processing <i>K. Jacob, F.J. García-Alonso, G. Ros and M.J. Periago</i>	192
Food Technology	
Development of a paté formulation basis on rainbow trout discards <i>Mario Villarroel, Julia Hazbun, Pamela Morales</i>	199
INFORMATION FOR AUTHORS	205

Efectividad del uso de suplementos de proteína en entrenamientos de fuerza: Revisión sistemática

Armendariz-Anguiano AL, Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M, Pérez-Morales ME

Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana B.C., México.

RESUMEN. Para incrementar la fuerza y la masa muscular, la proteína se ha convertido en uno de los suplementos más populares entre los atletas. El propósito de este trabajo fue analizar el efecto de la suplementación proteica sobre la composición corporal. Se realizó una revisión de la literatura de estudios aleatorios controlados, publicados en MEDLINE/PubMed y SciELO hasta el 10 de abril de 2009. Se incluyeron todos los estudios realizados en sujetos sanos con intervenciones ≥ 6 semanas. Nueve estudios cumplían con los criterios de inclusión y tres de ellos presentaron nivel de evidencia 3. Entre esos estudios, el aumento de masa muscular osciló de 0.8 a 1.9 kg. Sin embargo, el estudio de más largo plazo fue de 12 semanas. Por lo que las evidencias no son suficientes para recomendar el consumo de suplementos proteínicos entre individuos sanos.

Palabras clave: Suplementos, proteína, masa muscular.

SUMMARY. Effectivity in the use of protein supplements in resistance training: Systematic review. To increase strength and lean body mass, protein has become one of the most popular supplements among athletes. The aim of this study was to analyze the effect of protein supplementation on body composition. A systematic review of the randomized controlled trials (RCT), published in MEDLINE/PubMed and SciELO up to April 10, 2009, was conducted. All RCT conducted in healthy subjects with interventions of six or more weeks were included. Nine studies fulfilled the inclusion criteria, and three of them had level 3 of evidence. Among these studies, the increase of lean mass ranged from 0.8 to 1.9 kg. However, the study with the longest term had duration of 12 weeks. Therefore, the evidence does not support the recommendation for the consumption of protein supplements among healthy individuals.

Key words: Supplements, protein, muscle mass.

INTRODUCCION

Las proteínas corporales se sintetizan y degradan constantemente y de manera simultánea. En el músculo esquelético, en respuesta a cargas de alta intensidad, como el ejercicio de resistencia, se lleva a cabo un intercambio proteico, que lo provee de plasticidad muscular (1). El rendimiento físico depende de varias funciones musculares, incluyendo la fuerza muscular. El determinante central de todas las funciones musculares incluyendo la fuerza, es la síntesis y degradación proteica (2). Los mecanismos que regulan la respuesta que tiene la síntesis y degradación proteica al ejercicio, y los efectos que tiene éste en los requerimientos de proteína en el ser humano se siguen estudiando (2,3). En un estudio realizado por Melov et al., (4) observaron que el ejercicio de resistencia revertía los efectos del envejecimiento (como atrofia muscular) en sujetos ancianos, lo que mejoró, después de seis meses de entrenamiento, hasta en un 50% de la fuerza muscular.

En la mayoría de las personas que ingieren alimentos de manera regular y no realizan ejercicio, la masa muscular proteica esquelética permanece sin cambios durante largos periodos de tiempo (1). El mantenimiento de la masa muscular esquelética durante el día, es debido a una fluctuación entre una disminución y una pérdida de las proteínas musculares, que se define como el balance neto proteico (BNP). En el

músculo esquelético, el BNP se define como la diferencia algebraica entre la síntesis muscular proteica (SMP) y la degradación muscular proteica (DMP) (5). El ejercicio de alta resistencia es un estímulo fundamentalmente anabólico para la proteína muscular y da como resultado una marcada estimulación para la SMP, y el BNP es negativo (6). Para que se produzca hipertrofia muscular, se requiere de periodos BNP positivos (1). Cuando se realiza ejercicio de fuerza y es seguido por el consumo de proteína, se produce una estimulación interactiva de la SMP para obtener un BNP positivo (acción sinérgica) mayor que si sólo se utilizan de manera individual (5,6). El promedio de aumento de masa muscular en adultos sanos que agregan el consumo de proteína en combinación con el ejercicio, es de aproximadamente 30mg/kg/día (2), pero no en todos los estudios se han observado estos efectos (7).

Durante el ejercicio se oxidan los aminoácidos de cadena ramificada (AACR), y se utilizan como combustible por el tejido muscular, por lo que se considera necesaria la reposición (2). Se ha observado que la oxidación de carbohidratos y grasas es mucho mayor que la de los AACR, y que el consumo de carbohidratos durante el ejercicio, puede prevenir el incremento en la oxidación de los AACR. Por lo que mediante el consumo de carbohidratos se previene la necesidad de suplementación de AACR (8).

Según Phillips (1), el índice de síntesis de nuevas proteínas musculares tiene un límite, y el consumo de proteínas por arriba de ciertos niveles, no conlleva a una mayor síntesis proteica; sin embargo, no se sabe la cantidad de proteína necesaria para estimular al máximo ésta síntesis. Las recomendaciones actuales de ingesta de proteína en adultos sanos, mayores de 19 años son de 0.8 g/kg de peso/día (9). Estas ingestas, no siempre son suficientes para los sujetos con altos niveles de AF, por lo que Sociedad Internacional de Nutrición en el Deporte (10) recomienda, que para individuos que realizan ejercicio, las ingestas proteicas deben de ser de 1.4 a 2.0 g/kg/día, lo que varía de acuerdo al tipo de ejercicio físico. Los individuos que realizan ejercicios de resistencia deben ingerir el nivel más bajo de este rango; los individuos con actividades intermitentes, deben consumir un rango intermedio; y los individuos que realizan ejercicios de fuerza/poder, deben consumir el nivel más alto de este rango (10).

Con el propósito de incrementar la fuerza y la masa corporal, la proteína es uno de los suplementos más populares y más ingeridos por los atletas (11). Sin embargo, no hay recomendaciones para el consumo adicional de proteínas para las personas que realizan ejercicio, solamente se requiere que se cumplan con las necesidades energéticas necesarias para cubrir el gasto energético adicional (9,12).

Aunque algunos autores consideran que los requerimientos proteicos de los atletas de alto rendimiento son de hasta dos o tres veces más que las de una persona normal (10), el uso y los beneficios sobre la fuerza y la masa muscular son controversiales (13).

También se ha sugerido que ciertos tipos de proteína afectan de forma distinta el anabolismo proteico corporal, por lo que tienen el potencial de afectar el desarrollo y fuerza muscular durante el entrenamiento de resistencia (10). Debido a las diferentes características de la proteína, la velocidad de absorción, la composición de aminoácidos, las respuestas hormonales o los efectos antioxidantes, el tipo de proteína consumida puede tener efectos sobre los resultados del entrenamiento de fuerza (10,14).

Por otro lado, se ha observado que al combinar los suplementos de proteína con carbohidratos se producen efectos significativos sobre las concentraciones de insulina, de testosterona, y en los niveles de glucosa plasmática (15).

Las fuentes más utilizadas de suplementación proteica son la leche, el suero de leche, la caseína, el huevo y la soya en polvo (10). La proteína de suero de leche y la caseína son las más consumidas por los atletas (11). Otro tipo de suplemento proteico es el calostro bovino, debido a que contiene concentraciones mayores de factores de crecimiento biológicamente activos que estimulan la síntesis proteica, mejoran la capacidad de recuperación del organismo, aumentan la masa magra y el poder anaeróbico (16,17).

Sin embargo, mientras algunas propuestas están basadas

en estudios realizados a nivel molecular, bioquímico, los resultados sobre la fuerza y resistencia muscular son menos consistentes.

En un meta-análisis realizado por Nissen y Sharp (18), se evaluó el efecto de diversos suplementos alimenticios y los ejercicios de resistencia, sobre la masa magra y la ganancia de fuerza muscular. Evaluaron 48 artículos, de los cuales sólo cuatro valoraron los suplementos de proteína, y el resto comparaba el uso de creatina (n=18), hidroximetilbutirato (HMB) (n=9), cromo (n=12), dihidroepiandrosterona (n=2) y androsterona (n=3). Se observó que solamente la creatina y el HMB aumentaron la masa magra y la fuerza muscular. No se observó ningún efecto significativo en los estudios con suplementos de proteína.

En este estudio realizamos una revisión de la literatura de estudios aleatorios controlados, publicados en las bases de datos de MEDLINE/PubMed y SCIELO hasta el 10 de abril de 2009, que incluyeran estudios de intervención de seis o más semanas, con suplementos de proteína comparados con placebo u otros suplementos, en sujetos sanos. El propósito de este trabajo fue analizar los resultados individuales del efecto de la suplementación proteica y sus efectos sobre la composición corporal, especialmente la masa libre de grasa y la fuerza muscular.

METODOLOGIA

Se revisaron todos los artículos originales publicados en la base de datos de MEDLINE/PubMed y SciELO, mediante las palabras clave “protein supplements, muscle mass and exercise”, limitados a los siguientes criterios: 1) publicaciones en inglés y español, 2) estudios aleatorios controlados, 3) publicados hasta el 10 de Abril de 2009, 4) en sujetos mayores de 19 años y menores de 65 años, 5) tratamiento de intervención a largo plazo (\geq de 6 semanas). Se excluyeron los artículos que incluían mujeres embarazadas o lactando, que incluyeran sujetos con antecedentes de cáncer o malignidad, sujetos con trastornos músculo-esqueléticos, con enfermedades reumáticas, con VIH o SIDA, con enfermedades cardíacas, con utilización de otros suplementos como L-carnitina, beta-hidroximetilbutirato (BHMB) o creatina sin el uso conjunto de suplemento proteico, y los artículos que valoraran el mejor horario de ingesta de suplemento de proteína.

Esta revisión analizará los artículos mediante un sistema de puntuación descrito previamente de Atkins (19,20), modificado por Guyatt (21). Los estudios aleatorios son considerados de alta evidencia, por lo que se le otorga una puntuación de cuatro. Se les restó un punto cuando: existían diferencias significativas entre los dos grupos, no se reportó análisis de intención para tratar, o la tasa de deserción fue elevada, pocos datos, alta probabilidad de sesgos, o inconsistencias internas. Se les restaron dos puntos cuando existían limita-

ciones serias en el diseño. Se añadió un punto cuando se observó una asociación estadística fuerte, sin confusores, consistentes y mediante evidencia directa o cuando todos los potenciales confusores se redujeron al máximo (22).

RESULTADOS

Al incluir en la búsqueda las palabras clave “*protein supplements, muscle mass and exercise*”, se encontraron 25 artículos, de los cuales nueve (Tabla 1) eran estudios aleatorios controlados, doble ciegos, y cumplían con los criterios de in-

clusión. Cinco estudios fueron realizados en Estados Unidos, tres en Australia, y uno en Canadá.

De los artículos que fueron excluidos: Dos fueron en personas de la tercera edad, uno en sujetos con trastornos músculo-esqueléticos, uno en personas con cáncer, uno en sujetos con HIV, dos trabajos por valorar dietas altas en proteínas, dos por valorar el horario de toma del suplemento, uno por valorar el efecto de la L-Carnitina, uno por utilizar BHMB, uno por la utilización de creatina solamente y otro por valorar el efecto de la miostatina sérica.

TABLA 1
Estudios sobre el efecto de suplementos de proteína sobre la masa magra

Referencia	N	Proteína (g/día/g/kg/d)	Edad (años) Media/rango	MM Inicial (kg)	*EF (días/sem)	PI (sem)	PS (sem)	Tasa de deserción (%)	Cambio De MM (kg)	Diferencia de MM Pre-Post (p)	Diferencia de MM Entre grupos (p)	Grado
(23)	42	1.2	18-31	WCr:ND W:ND P:ND	4	6	6	14	4 2.3 0.9	<0.05	<0.05 <0.05 NS	1
(24)	73	1.6	23	CHO/Pro:64.8 CHO:66.4 C:66.6	4	8	1	ND	2.9 3.4 1.4	<0.05	<0.05 vs C	1
(17)	34	60	CB:21 W:24	54.3 53.8	4	8	0	0	2.1 0.4	NS	NS	3
(25)	36	48	31	WBG:62.7 Pro:61.3 P:63.5	4	10	0	0	0.1 1.9 0	NS <0.05 NS	<0.05	4
(26)	19	1.5	W:27 Ca:26	67.1 62.5	3	10	0	32	5 0.8	<0.01 NS	<0.01	0
(27)	33	1.5	CHO:24 W:24 Cr/CHO:25 WCr:25	62 59 67 68	3	11	0	21	0.7 2.3 4.3 3.4	0.001	<0.05 CHO vs Cr/CHO	3
(28)	49	75	27	Pro:59.2 Pro/Col:59.2 Pro/Cr:56.3 Col/Cr:59.6	4	12	0	2	0.8 1.3 1.6 2.6	<0.05	<0.05 Pro/Cr: vs Pro <0.05 Col/Cr vs Pro	3
(29)	19	40	19	P:61.1 Pr:62.2	4	10	0	ND	2.7 5.6	?0.05	?0.05	2
(30)	60	40 x 2 sem 80 x 8 sem	EX:35 EXFS:33 C:30	58.4 55.8 55.6	3	10	2	37	0.8 0.9 0.1	?0.05	<0.017 EXFS vs C y EX	2

*EF: Entrenamiento de fuerza; MM: Masa Magra; WCr= Proteína de suero de leche y creatina; W= Proteína de suero de leche; P= Placebo; CHO/Pro=Carbohidrato con proteína; CHO=carbohidrato; C= Control; CB=calostro bovino; WBG= proteína de suero de leche + aminoácidos + Glutamina; Ca=Caseína; Pro=proteína (caseína + suero leche); Pro/Col=proteína y calostro; Cr/CHO: Carbohidrato y creatina; Pro/Cr=proteína y creatina; Col/Cr=calostro y creatina; EX=ejercicio; EXFS=ejercicio + suplemento alimenticio; Pr: proteína + aminoácidos; PI= Periodo de intervención; PS= Periodo de seguimiento posterior al final de la intervención; ND= No disponible; NS= No significativo.

Estudios aleatorios controlados

Burke y colaboradores (23) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, para valorar el efecto de la suplementación con proteína de suero de leche con y sin monohidrato de creatina combinado con entrenamiento de fuerza y su efecto sobre la masa y la fuerza muscular durante seis semanas. Se reclutaron 42 hombres sanos y se dividieron en tres grupos que recibían suplementación con: 1) proteína de suero y creatina (WC) $n=13$, 2) proteína de suero (W) $n=12$, o 3) Carbohidrato Placebo (P) $n=11$. No se encontraron diferencias significativas en la alimentación entre los grupos. Los sujetos en el grupo con WC (+ 6.5%) y con W (+3.8%) tuvieron aumentos significativos en la masa muscular comparado con el grupo con P (+1.5%). No hubo cambios significativos en la masa grasa. La fuerza muscular y el ejercicio de pecho fueron mayores en el grupo con WC, pero no en las otras mediciones. Estos resultados sugieren que el consumo de proteína de suero durante el entrenamiento de fuerza contribuye a un aumento ligero pero significativo de la masa muscular. Sin embargo, la calidad del estudio fue de 1, porque no se realizó análisis de intención de tratar, faltó el poder estadístico y no presentaron características iniciales de la masa magra (Tabla 1).

Rozenek y colaboradores (24) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, para comparar el efecto de los suplementos altos en calorías provenientes de carbohidratos (CHO) o proteína combinada con carbohidratos (CHO/PRO) y la capacidad para alterar la composición corporal y la fuerza muscular en un grupo de 73 hombres sanos, durante 8 semanas de entrenamiento de fuerza. Se dividieron en 3 grupos: 1) CHO/PRO, $n=26$; 2) CHO, $n=25$; 3) CTRL (control) sin suplemento, $n=21$. Los 3 grupos tuvieron aumentos significativos en la masa libre de grasa (MLG), aunque en los grupos con CHO/PRO y con CHO el aumento fue mayor que en el grupo CTRL. No hubo diferencias significativas entre CHO/PRO y CHO. No se encontraron diferencias significativas en masa grasa en los grupos CHO y CHO/PRO. El grupo CTRL presentó una disminución en la masa grasa comparado con el inicio del estudio. Todos los grupos tuvieron incrementos en la fuerza muscular pero sin diferencias significativas entre grupos. La calidad del estudio fue de 1, porque no se realizó análisis de intención de tratar, faltó el poder estadístico y no describieron tasa de retención (Tabla 1).

Brinkworth y colaboradores (17) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, para evaluar el uso de la suplementación con calostro bovino (CB) comparado con la proteína del suero de leche (WP), durante 8 semanas de entrenamiento de fuerza y el efecto sobre la composición de la extremidades. Participaron treinta y cuatro hombres sanos divididos aleatoriamente en dos grupos: 1) grupo con CB, $n=17$ y 2) grupo WP, $n=17$. Se observó un aumento en la circunferencia de brazo y del CSA en el grupo con CB, incremento en la fuerza muscular (1RM) en ambos grupos, sin diferencia entre

grupos. Todos los grupos tuvieron incrementos en la fuerza muscular pero sin diferencias significativas entre grupos. La calidad del estudio fue de 3, porque faltó el poder estadístico (Tabla 1).

Kerksick y colaboradores (25) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo, con el propósito de valorar si el suero de leche fortificada con AACR y glutamina, produce mayores adaptaciones al entrenamiento comparado con una cantidad isoenergética de carbohidratos, durante 10 semanas de entrenamiento de fuerza. Participaron 36 hombres aparentemente sanos, divididos en tres grupos: 1) proteína de suero de leche+AACR+Glutamina (WBG) $n=15$; 2) proteína de suero+caseína (WC) $n=10$; y 3) Carbohidrato placebo (P) $n=11$. No se encontraron diferencias significativas entre grupos en la ingesta energética, volumen de entrenamiento y capacidad anaeróbica. El grupo WC tuvo mayor incremento en la masa magra y masa libre de grasa comparado con los otros grupos ($p<0.05$). La fuerza muscular valorada con 1RM mostró aumentos significativos en todos los grupos al final de las 10 semanas, pero sin diferencia estadística entre los grupos. La combinación de proteína de suero con caseína produjo mayor aumento en la MLG después de 10 semanas de entrenamiento de fuerza. La calidad del estudio fue de 4 (Tabla 1).

Cribb y colaboradores (26) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego para valorar los efectos de la proteína de suero de leche aislada (WI) en comparación con los suplementos de caseína (C), sobre la fuerza muscular, la composición corporal y la glutamina plasmática, durante 10 semanas de entrenamiento intenso de fuerza. Se observó un incremento significativo de la masa magra corporal y una disminución significativa en la masa grasa en el grupo con WI. El grupo con C no presentó cambios significativos en masa grasa y masa magra corporal. Se observó mayor masa magra corporal ($p<0.01$) y menor masa grasa ($p<0.05$) en el grupo con WI. Hubo un aumento en la fuerza muscular en ambos grupos y en todos los ejercicios, pero fue significativamente mayor en el grupo WI ($p<0.05$). No se encontraron cambios significativos en los niveles de glutamina en ninguno de los grupos. En este estudio la suplementación con WI fue mejor que la caseína. La calidad del estudio fue de 0, porque había diferencias iniciales de peso entre los grupos, no se realizó análisis de intención de tratar, faltó el poder estadístico y presentó una tasa de retención menor del 70%. Además la tasa de deserción fue alta (Tabla 1).

Cribb y colaboradores (27) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego para valorar los efectos de diferentes combinaciones de proteínas con placebo sobre la fuerza muscular, la composición corporal y la hipertrofia muscular específica de fibras y el contenido de proteína contráctil. Participaron 33 hombres que realizaban ejercicio recreativo durante un período de 11 semanas de entrenamiento de fuerza. Los suje-

tos fueron divididos en 4 grupos: 1) Carbohidrato + creatina (Cr/CHO), 2) Suero de leche + creatina (Cr/WP), 3) Suero de leche (WP), y 4) Carbohidrato (CHO). Todos los grupos mostraron aumento de la masa magra corporal (MMC) al finalizar el programa de entrenamiento, solo el grupo CrCHO presentó mayor aumento de la MMC comparado con el grupo CHO ($p < 0.05$). Todos los grupos tuvieron incrementos de la fuerza muscular comparados con el inicio del estudio, pero al compararse entre grupos, los grupos que tuvieron proteínas presentaron mayor fuerza muscular que el grupo con CHO ($p < 0.05$). No hubo cambios en los tipos de fibras en ningún grupo al final del estudio y todos mostraron un aumento de las áreas transversales musculares (CSA). La calidad del estudio fue de 3, porque no se realizó análisis de intención de tratar (Tabla 1).

Kerksick y colaboradores (28) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo, para determinar el impacto de varias formas de suplementos de proteína (ejem: proteína de suero, caseína y calostro) con o sin creatina, sobre la masa corporal, el agua corporal, la composición corporal, la fuerza muscular, el rendimiento muscular y la capacidad anaeróbica durante 12 semanas. Cuarenta y nueve sujetos aparentemente sanos entraron al estudio (hombres=36, mujeres=13). Se dividieron en 4 grupos: 1) control con proteína (Pro), 2) Con proteína/calostro (Pro/Col), 3) Con proteína/creatina (Pro/Cr) y 4) Con calostro/creatina (Col/Cr). Los suplementos fueron bien tolerados en la mayoría y los efectos adversos fueron leves, como distensión, cólicos y diarrea en < 10 sujetos. No se encontraron diferencias significativas en agua corporal, masa grasa y contenido mineral óseo. Hubo un incremento significativo en la masa corporal y la masa magra libre de grasa en todos los grupos; los grupos de Pro/Cr y Col/Cr tuvieron mayor aumento de masa magra libre de grasa comparado con el Pro. La fuerza muscular incrementó en todos los grupos, sin diferencia significativa entre ellos. La calidad del estudio fue de 3, porque no se realizó análisis de intención de tratar (Tabla 1).

Willoughby y colaboradores (29) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, para comparar el efecto de un programa de entrenamiento intensivo de fuerza por diez semanas, combinado con la ingesta de suplemento de proteína más aminoácidos, y su efecto sobre la fuerza y masa muscular. Se dividieron 19 sujetos en dos grupos: 1) Proteína + aminoácidos (Pr) y 2) Carbohidrato placebo (P). El grupo de Pr tuvo mayor incremento en la masa corporal total, la masa libre de grasa, la masa de muslo, la fuerza muscular y las proteínas miofibrilares, que el grupo P. La calidad del estudio fue de 2, porque no se realizó análisis de intención de tratar y no presentaron tasa de retención (Tabla 1).

Lockwood y colaboradores (30) realizaron un estudio aleatorio, doble ciego para valorar el efecto del ejercicio en conjunto con suplementos nutrimentalmente densos (altos en pro-

teína/bajos en carbohidratos y grasa) (EXFS), comparados con un grupo control (CON), sobre la composición corporal. Participaron 38 sujetos sanos con sobrepeso (hombres=19, mujeres=19). Se dividieron en tres grupos: 1) CON=10, 2) EX=14 (ejercicio) y 3) EXFS. Los grupos EX y EXFS disminuyeron significativamente la masa grasa (-4.6% y -9.3%, respectivamente; $p < 0.017$), con una mayor disminución ($p < 0.05$) en el EXFS que el EX y CON. Sólo el grupo EXFS tuvo aumento significativo de la MM y una disminución significativa ($p < 0.017$) en el colesterol total y el colesterol LDL (-12% y -13.3%). Hubo mejoría en el VO_2 max en los grupos con ejercicio. La calidad del estudio fue de 2, porque no se realizó análisis de intención de tratar y presentó una tasa de retención menor de 70% (Tabla 1).

DISCUSION

Se analizaron nueve estudios aleatorios, controlados, doble ciego, publicados hasta el 10 de Abril de 2009. En todos los estudios se utiliza la proteína de suero de leche como suplemento sola o combinada y se comparan con otros tipos de proteína, como caseína, calostro bovino, placebo/control y/o con otros suplementos. Participaron en total 365 sujetos, en promedio 41 sujetos (19-60). Los participantes La edad de los participantes osciló de los 18 a los 35 años. De los nueve estudios, uno de ellos tuvo nivel de evidencia 4 (25) y tres nivel 3 (17, 27, 28). En éstos tres estudios con nivel de evidencia de 3, no se observaron diferencias en el cambio de masa muscular entre grupos. En el estudio de Kerksick et al. (25) se observó un incremento significativo en la MM con diferencia entre grupos, pero sin efectos en la fuerza muscular. De los estudios con niveles de evidencia 3, sólo uno (27) mostró un aumento significativo entre grupos sobre la fuerza muscular. El aumento de masa magra osciló entre 0.8 a 1.9 kg entre los estudios con adecuado nivel de evidencia. Sin embargo, ningún estudio tuvo un seguimiento mayor de 12 semanas. En un meta-análisis realizado en el 2003 (18) para evaluar la eficacia de distintos suplementos dietarios sobre el desarrollo muscular, 48 estudios fueron evaluados, sin embargo, solamente cuatro utilizaban proteína como suplemento. En los estudios donde se utilizaron suplementos de proteína no se observó diferencias y como en los estudios revisados en este trabajo, la calidad y la tasa de retención fue baja. Por otro lado, la comparación entre esos estudios está limitada a las diferentes fuentes de proteína utilizadas y a las combinaciones con otros suplementos. Asimismo, como en revisiones previas (2,12), las evidencias de este estudio no son suficientes para recomendar el consumo de suplementos proteínicos entre individuos sanos. Se requieren de más estudios a largo plazo, con niveles de evidencia adecuada, para poder recomendar el consumo de los suplementos proteicos para quienes realizan ejercicios de resistencia.

REFERENCIAS

1. Phillips SM. Protein Requirements and Supplementation in strength sports. *Nutrition*. 2004;20(7/8):689-695.
2. Millward DJ, Bowtell JL, Pacy P, Rennie MJ. Physical activity, protein metabolism and protein requirements. *Proc Nutr Soc*. 1994;53(1):223-240.
3. Wolfe RR. Protein supplements and exercise. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(suppl):551S-7S.
4. Melov S, Tarnopolsky MA, Beckman K, Felkey K, Hubbard A. Resistance exercise reverse aging in human skeletal muscle. *PLoS ONE*. 2007;2(5): e465.
5. Phillips SM, Hartman JW, Wilkinson SB. Dietary protein to support anabolism with resistance exercise in young men. *J Am Coll Nutr*. 2005;24(2):134S-139S.
6. Tipton KD, Wolfe RR. Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *nt J Sport Nutr Exerc Metab*. 2001;11(1):109-32.
7. Butterfield GE, Calloway DH. Physical activity improves protein utilization in young men. *Br J Nutr*. 1984; 51(2):171-184.
8. Gleeson M. Interrelationship between physical activity and branched-chain amino acids. *J Nutr*. 2006;135:1591S-1595S.
9. Institute of Medicine Of the National Academies: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). Washington, DC, National Academies Press; 2005.
10. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, et al. International Society Of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007;4:8.
11. Ciocca M. Medication and supplement use by athletes. *Clin Sports Med*. 2005;24(3):719-738.
12. Millward, D. J. The role of protein and amino acids in sustaining and enhancing performance. Washington, DC: National Academy Press;1999:169.
13. Lowery LM, Devia L. Dietary protein safety and resistance exercise: what do we really know?. *J Int Soc Sports Nutr*. 2009;6:3.
14. Hayes A, Cribb PJ. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(1): 40-44.
15. Kreider RB, Earnest CP, Lundberg J, Rasmussen C, Greenwood M, Cowan P, et al. Effects of ingesting protein with various forms carbohydrate following resistance-exercise on substrate availability and markers of anabolism, catabolism and immunity. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007;4:18.
16. Buckley JD, Abbott MJ, Brinkworth GD, Whyte PB. Bovine Colostrum Supplementation during endurance running training improves recovery, but not performance. *J Sci Med Sport*. 2002;5(2):65-79.
17. Brinkworth GD, Buckley JD, Slavotinek JP, Kurmis AP. Effect of bovine colostrum supplementation on the composition of resistance trained and untrained limbs in healthy young men. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(1): 53-60.
18. Nissen SL, Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 2003;94(2):651-659.
19. Atkins D, Best D, Briss PA, Eccles M, Falck-Ytter Y, Flottorp S, et al. GRADE Working Group. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2004;328(7454): 1490.
20. Atkins D, Briss PA, Eccles M, Flottorp S, Guyatt GH, Harbour RT, et al. GRADE Working Group. Systems for grading the quality of evidence and the strength of recommendations II: pilot study of a new system. *BMC Health Serv Res*. 2005;5(1): 25.
21. Guyatt G, Vist G, Falck-Ytter Y, Kunz R, Magrini N, Schünemann H. An emerging consensus on grading recommendations?. *Evid Based Med*. 2006;11(1): 2-4.
22. Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, Addrizzo-Harris D, Hylek, EM, Phillips B, et al. Grading strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an American College of Chest Physicians Task Force. *Chest* 2006;129:174-181.
23. Burke DG, Chilibeck PD, Davinson KS, Candow DG, Farthing J, Smith-Palmer T. The Effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue and muscle strength. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2001;11(3): 349-64.
24. Rozenek R, Ward P, Long S, Garhammer J. Effects of high-calorie supplements on body compositions and muscular strength following resistance training. *J Sports Med Phys Fitness*. 2004;42(3):340-7.
25. Kerkick CM, Rasmussen CJ, Lancaster ST, Magu B, Smith P, Melton C, et al. The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):643-53.
26. Cribb PJ, Williams AD, Carey MF, Hayes A. The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition and plasma glutamine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006;16: 494-509.
27. Cribb PJ, Williams AD, Stathis CG, Carey MF, Hayes A. Effects of whey isolate creatine and resistance training on muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2): 298-307.
28. Kerkick CM, Rasmussen CJ, Lancaster ST, Starks M, Smith P, Melton C, et al. Impact of differing protein sources and a creatine containing nutritional formula after 12 weeks of resistance training. *Nutrition*. 2007;23(9):647-56.
29. Willoughby DS, Stout JR, Wilborn CD. Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolism, mass, and strength. *Amino Acids*. 2007;32(4):467-477.
30. Lockwood CM, Moon JR, Tobkin SE, Walter AA, Smith AE, Dalbo VJ, et al. Minimal nutrition intervention with high-protein/low carbohydrate and low fat, nutrient-dense food supplement improves body composition and exercise benefits in overweight adults: A randomized controlled trial. *Nutr Metab*. 2008;5:11.

Recibido: 08-09-2009

Aceptado: 13-01-2010

Use of a predictive model for food insecurity estimates in Brazil

Muriel Bauermann Gubert, Maria Helena D'Aquino Benício, Joseane Padilha da Silva, Tereza Etsuko da Costa Rosa, Soane Mota dos Santos, Leonor Maria Pacheco dos Santos

University of Brasília - UnB. Brasília, University of São Paulo - USP. São Paulo, Brazilian Agricultural Research Corporation - EMBRAPA. Brasília, Health Institute of São Paulo. São Paulo. Brazil

SUMMARY. In 2004 the National Household Survey (*Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios* - PNAD) estimated the prevalence of food and nutrition insecurity in Brazil. However, PNAD data cannot be disaggregated at the municipal level. The objective of this study was to build a statistical model to predict severe food insecurity for Brazilian municipalities based on the PNAD dataset. Exclusion criteria were: incomplete food security data (19.30%); informants younger than 18 years old (0.07%); collective households (0.05%); households headed by indigenous persons (0.19%). The modeling was carried out in three stages, beginning with the selection of variables related to food insecurity using univariate logistic regression. The variables chosen to construct the municipal estimates were selected from those included in PNAD as well as the 2000 Census. Multivariate logistic regression was then initiated, removing the non-significant variables with odds ratios adjusted by multiple logistic regression. The Wald Test was applied to check the significance of the coefficients in the logistic equation. The final model included the variables: per capita income; years of schooling; race and gender of the household head; urban or rural residence; access to public water supply; presence of children; total number of household inhabitants and state of residence. The adequacy of the model was tested using the Hosmer-Lemeshow test ($p=0.561$) and ROC curve (area=0.823). Tests indicated that the model has strong predictive power and can be used to determine household food insecurity in Brazilian municipalities, suggesting that similar predictive models may be useful tools in other Latin American countries.

Key words: Predictive statistical model, severe food insecurity, municipalities

RESUMEN. Uso de un modelo estadístico predictivo para inseguridad alimentaria grave en Brasil. La Investigación Nacional por Muestreo de Domicilios de 2004 (PNAD), generó estimativas de la prevalencia de inseguridad alimentaria y nutricional en Brasil. Todavía las informaciones de PNAD no pueden ser desagregadas para las municipalidades. El objetivo de este estudio fue construir un modelo estadístico predictivo para inseguridad alimentaria grave en las municipalidades empleando la base de datos PNAD. Los criterios de exclusión fueron: hogares con datos incompletos (19.30%), informantes menores de 18 años (0.07%), hogares colectivos (0.05%) y hogar con jefe indígena (0.19%). El modelaje fue realizado en 3 etapas, la primera fue la selección de las variables relacionadas con inseguridad alimentar grave mediante regresión logística única. Fueron escogidas variables presentes en PNAD y en el Censo Demográfico de 2000. Por último se realizó regresión logística múltiple, siendo retiradas las variables no significativas según el Odds Ratio ajustado. Fue usado el test de Wald para evaluar la significancia estadística de los coeficientes en la ecuación logística. El modelo final incluye las variables: renta domiciliar per cápita, años de escolaridad, raza y sexo del jefe de familia, localización urbana o rural del domicilio, disponibilidad de red de agua potable, presencia de niños, total de miembros en la familia y provincia de residencia. Se verificó la adecuación del modelo usando el test de Hosmer-Lemeshow ($p=0,56$) y la Curva de ROC (área=0,823). Los testes indican que el modelo tiene gran poder predictivo para estimar la inseguridad alimentaria grave en municipalidades brasileñas, sugiriendo que modelos predictivos similares puedan ser herramientas útiles en otros países Latinoamericanos.

Palabras clave: Modelo estadístico predictivo, inseguridad alimentar grave, municipalidades.

INTRODUCTION

Food and nutrition security is the realization of everyone's right to regular and permanent access to food of good quality, in sufficient quantity, without compromising access to other basic needs, and based on food practices that promote health and respect cultural diversity and are environmentally, culturally, economically, and socially sustainable (1). Food insecurity and hunger are thus conditions resulting from economic restrictions and not other problems such as lack of time to eat. Hunger, from this perspective, is considered as the most severe level of food and nutrition insecurity (2).

Food and nutrition insecurity is a complex and multi-dimensional phenomenon which develops as a continuous process differentiated in stages, as economic restrictions become more severe. Each stage corresponds to a specific experience of food insufficiency and behavior resulting from this condition. Today it is possible to study the extent of food insecurity and hunger caused by financial limitations and how this is experienced and reported by households (2).

The relevance of this theme today is incontestable, occupying increasingly more space in the public policy arena in Brazil (3) and Latin America. Nevertheless, data on food and nutrition security are still scarce. The search for viable indi-

cators of Food and Nutrition Security is ongoing. Up until recently, measures of consumption, poverty and malnutrition were used as proxy events, whereas income indicators were used as more distal determinants (4).

In 2003, an adapted version of the Core Food Security Module (CFSM) used by the United States Department of Agriculture (USDA) was validated for use in Brazil. This instrument, known today as the Brazilian Food Insecurity Scale (BFIS), is composed of 15 questions (5,6). The Brazilian experience with adaptation and validation of the CFSM contributed to the construction of the Latin-American and Caribbean Food Insecurity Scale (ELCSA), which is very similar to the BFIS.

The 2004 National Household Survey (*Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios* - PNAD) included the BFIS as one of its modules, enabling reliable estimates of the prevalence of food and nutrition insecurity in Brazil at the national, regional, and state levels (7). However, the sampling scheme used for PNAD does not allow disaggregation of its estimates at levels of detail below the state level. The importance of having more disaggregated estimates of the prevalence of food and nutrition insecurity available, particularly at the municipal level, must be acknowledged. After all, the municipality is the primary unit of political organization in the country, and the largely successful trend towards municipal administration of social policies in Brazil is noteworthy (8).

Population-based food and nutrition security surveys have been undertaken in only a few Brazilian municipalities (9,10,11). However these few municipalities tend to be less affected by food and nutrition insecurity due to their social and economic characteristics (7).

Previous studies have indicated the utility of employing predictive models to calculate estimates of the prevalence of child malnutrition for all Brazilian municipalities (12,13), to analyze targeting of a Conditional Cash Transfer program in Brazil based on the occurrence of malnutrition (14) and to estimate the prevalence of child stunting in all municipalities of the Dominican Republic (15).

However these policy documents were not peer-reviewed (12-14), which motivated us to report here, in detail, the methodology for estimating municipal level prevalence of severe food insecurity. The objective of this article is to present a statistical model for predicting severe food insecurity in Brazil that makes it possible to estimate the prevalence of food and nutrition insecurity in the 5,507 municipalities based on projections from the 2000 Census. We hope that this predictive model can be a tool for countries that use the ELCSA or similar scales to generate detailed data about the projected food insecurity distribution, enabling more focused public policies to fight hunger.

METHODOLOGY

The dataset from the 2004 National Household Survey (*Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios* - PNAD) was used to build the model.

The PNAD studied a complex probabilistic sample representative of the five geographic macro-regions and the 27 Brazilian states. The sample was obtained in three selection stages: primary units – municipalities; secondary units – census tracts; and tertiary units – households, which were the sampling units. This process resulted in a sample of 139,157 households and 399,354 persons.

Food and nutrition insecurity was evaluated using the Brazilian Food Insecurity Scale (BFIS), composed of fifteen questions that generated a score classifying household food insecurity in three levels: light, moderate, and severe (5). The reliability of the estimates was assured through proper training of the interviewers who applied the questionnaire, as well as the representativeness of the sample studied.

The present study focused on severe food insecurity (SFI). Households were classified in two categories: secure or insecure (when found to have SFI - severe food insecurity). Exclusion criteria were: a) records with incomplete food security data (19.30%); b) informants younger than 18 years old (0.07%); c) collective households (0.05%); d) household headed by an indigenous person (0.19%). The later criterion was included because the indigenous population in Brazil presents particularly unique characteristics as regards food security concepts (16). Thus, the present study included 111,922 households (80.4% of the total).

For the selection of the predictive variables, their availability and similarity of measurement in the 2004 PNAD and 2000 Census samples were considered, aiming to apply the model afterwards to predict food and nutrition insecurity in Brazilian municipalities.

Traditional variables related to the occurrence of food insecurity were selected: monthly household income per capita; educational level, race, sex, and age of the head of household; area of residence (urban/rural); housing situation (rented, loaned, or owned); existence of public water supply in at least one room; type of family composition; total number of children under the age of 10; and total number of people residing in the household. The variables with p values less than or equal to 0.2 were selected to test in the multivariate model.

For variables with a small percentage of households presenting missing information (total number of people residing in the household and public water supply), values were imputed using the SPSS “linear trend at point” method which substitutes the missing values for these variables based on the linear trend.

Logistic regression was used to predict severe food insecurity. The logistic model makes it possible to analyze the estimated odds of an event occurring (in this case, SFI) in relation to the odds of it not occurring. The dependent variable Y can assume two possible states: (1) when the household has SFI, or (0) when it does not.

Prior to the construction of the multivariate model, univariate logistic regression was carried out for each of the potential predictor variables with the response variable. The modeling process began with the inclusion of the most statistically significance variables from the univariate analysis (income per capita). The other variables were then added one by one, in order of decreasing statistical significance, according to the Wald Test. The variables that were found to be statistically significant were maintained in the final model.

The predictive capacity of the final model was evaluated using the Hosmer-Lemeshow (17) test and the ROC curve. The external validity was analyzed comparing estimates generated by the model with data reported by population based studies (9-11). To do so, it was necessary to adjust the municipal estimates according to state level estimates corrected for 2004. The adjustment factors were 0.9610 for the state of São Paulo, 1.1339 for the Federal District and 0.8522 for Rio de Janeiro).

All data was processed taking into account the complex structure of the sample, using the SPSS statistical package, version 15.0 for Windows.

RESULTS

The results from the adjusted predictive model are presented in Table 1.

Most of the poverty indicator variables presented a smaller magnitude in the multivariate logistic regression compared to the univariate analysis. The odds ratios for the variable referring to rural residence inverted from a risk factor in the univariate analysis to a protective factor in the model.

It can be observed that SFI shows an inverse association with monthly per capita income, being greater (OR=11,33) in households with income below one-fourth of one minimum monthly wage per capita (MMWPC) compared to those with income greater than or equal to one MMWPC.

The characteristics of the head of household also influence the occurrence of SFI, being consistently greater in households headed by individuals who never attended school (OR: 4.76), are black (OR: 1.49), or are female (OR: 1.60).

Adverse conditions of basic sanitation, such as lack of public water supply, increase the odds of food insecurity.

Variation in the prevalence of severe food insecurity is observed according to family type and composition. SFI is 57% higher in families with three or more children, and a direct association is also detected between SFI and the num-

ber of people living in the household.

Large variation in the prevalence of severe food insecurity is found among the states of the Federation. The lowest prevalence is found in the southern state of Santa Catarina (baseline), while the states of the northern and northeastern regions present much higher risk of SFI. Although not all states were statistically significant, it was decided to maintain all the variables referring to the states in the model in order to improve its predictive capacity.

We tested different models for each of the five Brazilian regions and also for the urban / rural locations and concluded that this procedure did not improve the model's performance.

The evaluation of the mean adjustment to the model can be measured using the Hosmer-Lemeshow test (17), which presented a value of $p=0.561$. This demonstrates that within each decile of the estimated probability, the percentages of SFI households observed and predicted by the model are similar. The overall predictive capacity of the model was evaluated using the ROC curve, with area was 0.829. This finding indicates that the model has good predictive capacity.

External validity was verified comparing estimates generated by the model with SFI prevalence reported in three population based studies (9-11) (Table 2). Two of the municipal studies (Campinas and Brasília) focused only households with children, which is a known risk factor for SFI. The estimates calculated by the model, applicable to the entire population, were coherently lower than the ones registered in the empirical field studies. But the calculated prevalence was reasonably close to the lower limit of the Confidence Interval, reinforcing the hypothesis of differences attributable to the diverse sampling frame. On the other hand, in Duque de Caxias the value estimated by the model was within the boundaries of the Confidence Interval, i.e., may be considered as a coincident values.

When the model was concluded, we estimated the SFI prevalence of the 5,507 Brazilian municipalities for the year 2004. The estimated SFI prevalence for Brazil using the model was 8.3%, with considerable variability among Brazilian municipalities. The region with the highest prevalence of SFI was the Northeast, with a mean of 14.5%, compared to 3.6% in the South (the region with the lowest mean municipal prevalence). The mean SFI prevalence for the 5,507 municipalities studied is presented in Figure 1.

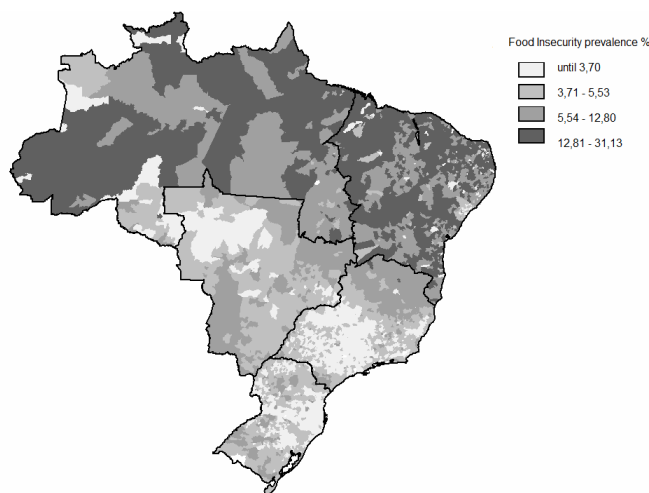
TABLE 1
Adjusted predictive model for severe food insecurity. Brazil, 2004

Parameters	β	p value	Odds ratio	95% CI	
				Low	Upper
Intercept	-5.171	<0,001			
Income (minimum monthly wage per capita - MMWPC)		<0,001			
< 1/4 MMWPC	2.428	<0,001	11.33	10.08	12.74
>1/4 a <1/2 MMWPC	1.575	<0,001	4.83	4.35	5.37
>1/2 a < 1 MMWPC	0.813	<0,001	2.25	2.04	2.49
>1 MMWPC			1.00		
Years of study (Head of Household)		<0,001			
< 1	1.561	<0,001	4.76	4.19	5.42
1 a 3	1.214	<0,001	3.37	2.94	3.85
4 a 7	0.966	<0,001	2.63	2.33	2.97
8 a 10	0.723	<0,001	2.06	1.77	2.40
11 or more			1.00		
Race (Head of Household)		<0,001			
Black/mullato	0.402	<0,001	1.49	1.39	1.61
White/Yellow			1.00		
Gender (Head of Household)		<0,001			
Woman	0.471	<0,001	1.60	1.50	1.71
Man			1.00		
Public water supply		<0,001			
No	0.576	<0,001	1.78	1.59	1.99
Yes			1.00		
Situation		<0,001			
Rural	-0.685	<0,001	0.50	0.44	0.58
Urban			1.00		
Number of children		<0,001			
three or more	0.452	<0,001	1.57	1.42	1.74
None to two			1.00		
State		<0,001			
Roraima	1.149	<0,001	3.16	2.06	4.83
Amapá	0.997	<0,001	2.71	1.78	4.14
Rio Grande do Norte	0.886	<0,001	2.43	1.51	3.91
Pará	0.846	<0,001	2.33	1.57	3.45
Paraíba	0.841	<0,001	2.32	1.54	3.48
Maranhão	0.737	0.001	2.09	1.36	3.22
Amazonas	0.693	0.018	2.00	1.13	3.54
Acre	0.681	0.031	1.98	1.07	3.66
Ceará	0.624	0.003	1.87	1.24	2.80
Bahia	0.610	0.002	1.84	1.26	2.69
Rio Grande do Sul	0.517	0.003	1.68	1.20	2.34
Pernambuco	0.396	0.015	1.49	1.08	2.04
Tocantins	0.335	0.156	1.40	0.88	2.22
Goiás	0.397	0.092	1.35	0.95	1.90
Mato Grosso do Sul	0.291	0.196	1.34	0.86	2.08
Rio de Janeiro	0.272	0.105	1.31	0.94	1.82
São Paulo	0.261	0.110	1.30	0.94	1.79
Paraná	0.248	0.174	1.28	0.90	1.83
Piauí	0.187	0.370	1.21	0.80	1.81
Distrito Federal	0.177	0.371	1.19	0.81	1.76
Minas Gerais	0.117	0.477	1.12	0.81	1.55
Mato Grosso	0.084	0.654	1.09	0.75	1.57
Espírito Santo	0.067	0.735	1.07	0.73	1.57
Alagoas	0.024	0.893	1.02	0.72	1.47
Rondônia	-0.147	0.523	0.86	0.55	1.36
Sergipe	-0.596	0.013	0.55	0.34	0.88
Santa Catarina			1.00		
Number of persons	-0.079	<0,001	0.93		

TABLE 2
Comparison of estimates of severe food insecurity generated by the model, with prevalence obtained in population based studies. Brazil, selected municipalities, 2003 – 2005

Municipality, state and year of study	Prevalence of severe food insecurity (SFI)		
	Reported in the field study [CI _{95%}]	Estimated by the model	Ref
Campinas (São Paulo), 2003	6.6% [4.3 - 8.9]	2.7%	9
Brasília (Federal District), 2003	7.7% [6.5 - 8.9]	4.1%	10
Duque de Caxias (Rio de Janeiro), 2005	6.3% [3.9 - 8.4]	5.2%	11

FIGURE 1
Food Insecurity prevalence in Brazilian municipalities calculated by proposed predictive model presented in quartiles. Brazil, 2004



DISCUSSION

The construction of a predictive model for severe food insecurity capable of providing Brazilian municipalities with reliable estimates of the number of households in this situation is, without a doubt, of utmost importance for planning purposes at federal or state levels, e.g. fund allocation and setting priority criteria for municipalities. However the model *per se* is not sufficient for targeting at local level; as a consequence the need for municipalities to identify poverty stricken areas and households for program allocation still remains. Currently, the lack of information at the municipal level is an impediment to having a credible portrait of the Brazilian reality, as there are great discrepancies among states, and consequently, very differentiated characteristics with respect to the condition of food insecurity and its determinants.

The heterogeneity among the states can be seen in the data from the PNAD⁷ itself, which show that while Maranhão is

the state with the highest level of food insecurity (18.5%), only 2.0% of the population of Santa Catarina was found to be in this situation. The inter-state discrepancies are demonstrated, for example, by the Gini Index of Maranhão, calculated to be 0.57 according to data from the 2004 PNAD.

To build the predictive model, it was decided to work only with SFI, which is less frequent but is characterized by the need to restrict food consumption, and is thus more serious⁵. Since the BFIS classifies food insecurity in three categories, each with different particularities, in opting to study only cases of severe food insecurity, the study focuses only on those characterized necessarily by some type of restriction in quantity of food consumed, or hunger, presumably among the household residents.

The objective of this study was to develop a predictive model that could be easily applied by municipalities to diagnose the food security situation of their populations in order to plan the actions and public policies needed. The basic socioeconomic information needed is available, every ten years, from the Brazilian Census, or can be easily measured at any-time. Considering that the model used only variables related to per capita income, characteristics of the household and the head of household and geographic location, this objective is believed to have been achieved, as all are variables that are easily measured and available at the state level annually in the PNAD.

With respect to the variables selected to build the model, it can be observed that most of them are intimately associated with income, the variable with the greatest predictive power (income below one-fourth of a minimum monthly wage per capita) is associated with a 20-fold increase in the risk of SFI. The influence of income on the occurrence of food insecurity is well-documented (18) and explained by the fact that, except in exceptional situations, the acquisition of food generally depends on money, and insufficient income necessarily implies difficult access to food (4). Nevertheless, all the other variables in the model were statistically significant and contributed to the predictive power of the model, justifying keeping them in the modeling process.

Educational level of the head of household also appears

as an important factor in severe food insecurity, with low educational level being found to be a determinant of SFI in other studies, as well. Low educational level is normally associated with lower income and higher rates of unemployment (19). A study carried out in the municipality of Rio de Janeiro found that 7.2% of households in which the head of household was illiterate or had less than eight years of schooling were affected by severe food insecurity, compared to 0.7% of households headed by high school graduates (11).

In Brazil, the discrepancy in social factors according to race has been well-documented, which helps to explain the greater occurrence of severe food insecurity in households headed by a person of black or mulatto race (7). These groups suffer from precarious social insertion determined by socially differentiated opportunities. Some indicators have even worsened in recent years, such as participation of this social group in higher education, in terms of enrollment as well as graduation. According to data from 2007, 13.4% of whites and 4.0% of blacks and mulattos in Brazil had graduated from college (19).

When the household was headed by a woman, food security was found to be compromised. A possible explanation for this is that the woman only appears as the head of household when the partner is absent, which implies a lower per capita income. In Brazil, around 17.4% of family arrangements take this form (19). It is worth mentioning that the mean income for women the year the PNAD was carried out corresponded to 69.5% of income earned by men (7).

It is interesting to note that rural residence was associated with an increased risk for SFI in the univariate analysis (OR = 1.57), a relationship observed previously in other studies (5,20,21). However, when included in the model, and consequently controlled for income, rural residence becomes a protective factor against food insecurity. This can be explained by the fact that, in studies where SFI was found to be greater among residents of rural areas, lack of income to acquire food was also greater among these households (20). Excluding the problem of income, residing in a rural area presents favorable characteristics for food security, such as greater frequency of familial food production, availability of food from plants and trees growing in the area (5,21), factors which appear to compensate for other unfavorable conditions for poor Brazilians living in urban areas. According to the 2004 PNAD, close to 7.4 million farming families produced food for their own consumption, and of these, 3.4 million worked only with this end (7). Rural families probably can rely on solidarity and social networking in times of severe hardship, which are behaviors more common in rural areas.

The presence in the household of children under ten years of age was also associated with severe food insecurity. Families with children are more susceptible to being food insecure because the parents are normally younger and the families are

larger (22). It is important to emphasize the obvious, that the presence of food is a necessary condition for normal growth and development of children. Consequently, food insecurity is an important condition to examine in the context of child well-being.

An important consideration must be made with respect to the population studied. Households headed by indigenous people were excluded due to the occurrence of special cultural characteristics (16). So the model will be of limited use only in those (rare) municipalities whose ethnic composition is largely indigenous. It is thus recommended that a different model be constructed especially for this population. However, given that only 0.4% of the Brazilian population is composed of this ethnic group no municipality remained without SFI estimates (19). Collective households were excluded because the BFIS questionnaire was designed as a family tool, so not appropriate for asylum, orphanages and such.

The model's adequacy was tested and the results were considered satisfactory, despite the fact that the Pseudo-R (2) test showed low predictive power of the model. The external validity test showed that the model had an adequate performance. However one should note the small number of municipalities with complete population based studies to compare with and the need for further validation and refinement of the model.

The application of the model presented here points out the importance of this tool for allocating resources directed to food insecurity prevention and control in countries as heterogeneous as Brazil with respect to the economic and social characteristics.

FINAL CONSIDERATIONS

This article sought to analyze characteristics of severe food insecurity in the Brazilian population using multivariate analysis, which made it possible to identify the determinants of severe food insecurity. In the process of exploring the variables studied, it became evident that income per capita, characteristics of the household and the head of household, and geographical location are very important factors in the determination of food insecurity. The cumulative effect of these unequal characteristics was found to translate into large differences in the occurrence of food insecurity in Brazil.

Following testing of the model, it was found to have great predictive power, indicating that it can be used to estimate household food insecurity in Brazilian municipalities. The reality in Brazil is the same as in many other countries in Latin America and the Caribbean. The development of predictive models similar to the one proposed here can fill important gaps in information and provide support for the formulation of public policies to eradicate poverty and hunger.

REFERENCES

1. Brasil. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências.
2. Bickel G, Nord M, Price C, Hamilton W, Cook J. Guide to measuring household food security, Revised 2000. U.S. Virginia: Department of Agriculture/Food and Nutrition Service; 2000.
3. Pereira RA, Santos LMP. A dimensão da insegurança alimentar. *Revista de Nutrição*. 2008; 21: 7-13S.
4. Perez-Escamilla R. Experiência internacional com a escala de percepção da insegurança alimentar. In: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. *Cadernos de Estudos Desenvolvimento Social em Debate*. Número 2. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome; 2005.
5. Segall-Corrêa AM, Pérez-Escamilla R, Sampaio MFA, Marin-Leon L, Panigassi G, Maranhã LK, Bergamasco S, Yuyama L, Alencar FL, Vianna RPT, Vieira ACF, Coitinho D, Schmitz BAS, Leão MM, Gubert MB, Guimarães LV, Montanari M. Relatório técnico: Acompanhamento e avaliação da segurança alimentar de famílias brasileiras: validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação. Campinas: Unicamp; 2004.
6. Segall-Corrêa AM, Perez-Escamilla R, Marin-Leon L, Yuyama L, Vianna RPT, Coitinho D, Sampaio MFA, Panigassi G, Maranhã LK, Gubert M, Leão MM, Guimarães LV, Bergamasco SMPP, Oliveira JA, Corrêa MLM. Evaluation of household insecurity in Brazil: validity assessment in diverse sociocultural settings. Santiago: Premio Redsan -FAO; 2008.
7. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílios – Suplemento segurança alimentar. Rio de Janeiro: IBGE; 2006.
8. Dain S, Soares LT. Reforma do Estado e políticas públicas: relações intergovernamentais e descentralização. in: Reforma do Estado e políticas de emprego no Brasil. Campinas: UNICAMP/IE; 1998.
9. Pérez-Escamilla R, Segall-Corrêa AM, Maranhã LK, Sampaio MFA, Marin-León L, Panigassi G. An Adapted Version of the U.S. Department of Agriculture food insecurity module is a valid tool for assessing household food insecurity in Campinas, Brazil. *Journal of Nutrition*. 2004; 134: 1923–28.
10. Leão MM. Fome e insegurança alimentar no Distrito Federal. [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2004.
11. Salles-Costa R, Pereira RA, Vasconcellos MTL, Veiga GV, Marins VMR, Jardim BC, Gomes FS, Sichieri R. Associação entre fatores socioeconômicos e insegurança alimentar: estudo de base populacional na região metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Nutrição*. 2008; 21: 99-109S.
12. Benicio MHD, Monteiro CA. Desnutrição Infantil nos municípios brasileiros – Risco de ocorrência. Brasília: UNICEF/NUPENS/USP; 1997.
13. Benicio MHD, Venâncio SI, Konno SC, Monteiro CA. Novas estimativas para a prevalência de desnutrição na infância nos 5.507 municípios brasileiros a partir de modelos logísticos multinível aplicados à amostra de crianças do Censo 2000. *Série Pesquisas em Epidemiologia Nutricional* - número: 1/05. São Paulo: NUPENS/USP; 2005.
14. Gilligan D, Veiga A, Benicio MHA, Monteiro CA. An evaluation of geographic targeting in Bolsa Alimentação in Brazil: report submitted to the government of Brazil. Washington DC: International Food Policy Research Institute; 2003.
15. Rogers BL, Macías KE, Wilde P. Atlas of hunger and malnutrition in the Dominican Republic. Friedman School of Nutrition Science and Policy, Tufts University, Boston, Massachusetts (rev 2). Report Submitted to World Food Programme Latin America Regional Office. Panama City, Panama; 2003.
16. Yuyama LKO, Py-Daniel V, Ishikawa NK, Medeiros JF, Kepple AW, Segall-Corrêa AM. Percepção e compreensão dos conceitos contidos na Escala Brasileira de Insegurança Alimentar, em comunidades indígenas no Estado do Amazonas, Brasil. *Revista de Nutrição*. 2008; 21: 53-63S.
17. Hosmer DW, Lemeshow S. Applied logistic regression. New York: John Wiley & Sons; 1989.
18. Hoffmann R. Determinantes da insegurança alimentar no Brasil: análise dos dados da PNAD de 2004. *Segurança alimentar e nutricional*. 2008; 15(1): 49-61.
19. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Síntese de indicadores sociais – uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 2008.
20. Vianna RPT, Segall-Corrêa AM. Insegurança alimentar das famílias residentes em municípios do interior do estado da Paraíba, Brasil. *Revista de Nutrição*. 2008; 21: 111-122S.
21. Yuyama LKO, Aguiar JPL, Pantoja L, Maeda RN, Melo T, Alencar FH, Nascimento AMM, Negreiros NMA, Segall-Corrêa AM, Pérez-Escamilla R. Segurança/insegurança alimentar em famílias urbanas e rurais no estado do Amazonas: I. Validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação. *Acta amazônica*. 2007; 37(2): 247 – 252.
22. Nord M, Andrews M, Carlson S. Household food security in the United States, 2001. Washington: Food Assistance and Nutrition Research; 2002.

Recibido: 03-02-2010

Aceptado: 24-06-2010

Prevalence and magnitude of body weight and image dissatisfaction among women in dietetics majors

Marta Arroyo, Nekane Basabe, Serrano L, Sánchez C, Ansotegui L, Ana M^a Rocandio

Department of Nutrition and Food Science. Faculty of Pharmacy, Department of Social Psychology and Methodology of the Sciences of the Behavior. Faculty of Pharmacy, University of the Basque Country. Spain.

SUMMARY. Some authors have suggested that body weight dissatisfaction may be high in students majoring in dietetics. Therefore, this study was conducted to examine the extent of body weight and image dissatisfaction in a sample of women in dietetics major. Additionally, predictors of magnitude of body weight dissatisfaction were analyzed. Participants were 62 volunteers with normal weight whose mean age was 21.87 ± 1.89 years old (non-random sample). The assessment instruments included anthropometric measurements, a somatomorphic matrix test and an eating disorders inventory (EDI-2). Data were analyzed using SPSS vs. 15.0. A larger proportion of students chose an ideal body weight lower than actual weight (67.7%) and body image with less body fat and more muscle mass than actual values (56.4%). The magnitude of body weight dissatisfaction was associated with muscle mass and body fat dissatisfaction, and with the subscale of EDI-2 "body dissatisfaction". So, from a public health standpoint, we consider important to continue working in this line of research with the aim of better understanding the extent of body weight dissatisfaction in women dietitians, and how this dissatisfaction could interfere with their professional practice.

Key words: Body weight, body image, dissatisfaction, body fat, index of muscularity, dietitians.

RESUMEN. Prevalencia y magnitud de la insatisfacción con el peso e imagen corporal en mujeres estudiantes de Dietética.

Algunos autores han sugerido que los estudiantes de Dietética pueden presentar una elevada insatisfacción con el peso corporal. Por este motivo, se llevó a cabo el presente trabajo con el objetivo de analizar la insatisfacción con el peso y la imagen corporal en una muestra de mujeres estudiantes de Dietética. Además, se analizaron predictores de la magnitud de la insatisfacción con el peso corporal. Las participantes fueron 62 voluntarias con normopeso que tenían una media de edad de $21,87 \pm 1,89$ años (muestra no aleatoria). La evaluación incluyó medidas antropométricas, el test somatomórfico matrix y el eating disorders inventory (EDI-2). Los resultados se analizaron con el programa estadístico SPSS vs. 15.0. Un elevado porcentaje de estudiantes eligieron un peso ideal menor que su peso actual (67,7%) e imágenes corporales con menos grasa corporal y más masa muscular que la que tienen actualmente (56,4%). La magnitud de la insatisfacción con el peso corporal se asoció con la insatisfacción con la grasa corporal y la masa muscular, y con la subescala "insatisfacción corporal" del EDI-2. Por lo que, desde el punto de vista de salud pública, consideramos de interés seguir trabajando en esta línea de investigación con el objetivo de comprender mejor el grado de insatisfacción con el peso corporal en mujeres dietistas, y cómo esa insatisfacción podría afectar a su práctica profesional.

Palabras clave: Peso corporal, imagen corporal, insatisfacción, grasa corporal, índice de musculación, dietistas.

INTRODUCTION

The growing rate of obesity in children and adults is a global health concern. In Spain, about 54.7% of adults are overweight or obese (59.6% of males, 50.4% of females) (1). Corresponding to this trend, large proportions of the population are unsatisfied with their weight and trying to lose weight.

Perceived weight does not always reflect actual weight status based on body mass index (BMI). Females in general, are more likely to perceive themselves as overweight than males (2,3). Cash and Green (4) suggest that feminine attractiveness is frequently defined on the basis of thinness. Indeed, the "ideal" female body type has grown thinner over time and the increasing prevalence of eating disorders among females

is well documented (5,6).

Students who enroll in food and nutrition courses most commonly offered are predominantly female. It has been suggested that general body weight dissatisfaction (BWD), or anorexia-like behaviour, may be higher in students majoring in dietetics than in students in non-food and nutrition majors (7-10).

This observation may be problematic in a student's future personal life or professional practice. In Spain approximately 850 students register per year in the degree in Human Nutrition and Dietetic (11) and when they finish the degree supposedly they are prepared to provide effective, evidence based nutritional assessment, dietary advice and support to patients (12).

Crockett and Littrell (13) have suggested that “if a dietitian has a personal eating problem then working with others with similar problems may exacerbate the dietitian’s problem and/or interfere with effective delivery of treatment plans”. Thus, the identification of individuals with an eating disorder needs to begin early. Teachers can identify students and refer them for professional counseling. Educators can also help with the development of intervention strategies that include promoting adoption of appropriate attitudes towards weight status and food.

Since BWD and body image dissatisfaction (BID) have been identified as one of several behavioral patterns associated with eating disorders, a preliminary investigation was conducted to examine the extent of body weight and image dissatisfaction in a sample of women in dietetics major. Additionally, predictors of magnitude of BWD were analyzed.

We hypothesized that a larger proportion of students with normal BMI value will choose an ideal body weight lower than actual weight and body image with less body fat and more muscle mass than actual values. It moreover hypothesized that the magnitude of BWD will be associated with muscle mass and body fat dissatisfaction, and with attitudes and behaviors related to food, weight and body shape.

Many studies in the literature have assessed BWD and BID on women (14,15) and some of them have highlighted the lack of information about dissatisfaction by body compartments (14). Therefore, in the present study we assessed dissatisfaction with an index of muscularity and with body fat.

MATERIAL AND METHODS

Participants

This cross-sectional research included students of the last year of the degree in Human Nutrition and Dietetic of the University of the Basque Country (Spain) with normal BMI value (18.5-25.0 kg/m²) (16). Participants provided written informed consent and the study was approved by the University Ethical Committee on Human Research. The studied sample consisted of 62 women volunteers. Mean age was 21.87±1.89 y old (20-28). The participants were placed in the intermediate socio-economic level according to the classification of the working party of the Spanish Society of Epidemiology and the Spanish Society of family and community medicine (17).

Participants could not be enrolled if they had one of the following exclusion criteria: pregnancy; diseases impairing perception of body size (blindness); pathological short stature or pathological obesity; clinical evidence of diseases influencing body weight (hypo/hyperthyroidism, etc.); to take part in any competitive sport.

Methods

A well-trained anthropometrist performed all the measure-

ments following the protocols of the International Biological Programme (IBP) (18). The measuring instruments employed were a standard beam balance (Añó-Sayol®; Atlántida, Barcelona, Spain) with a precision of 0.1 kg; a Harpende stadiometer (Holtain Ltd, Crymych, Wales, UK) with a precision of 1 mm; a skinfold caliper with precision of 0.2 mm (Holtain Ltd. Crymych U.K.); and a Harpende anthropometric tape.

A total of fourteen anthropometric measurements were taken: weight and height, seven skinfolds (subscapular, abdominal, suprailiac, midaxillary, chest, thigh, and triceps), and circumferences of mid-upper-arm, waist, hip, front thigh and maxim leg. The results were compared to the reference values of the survey of nutrition of the Basque Country (19) and the 5th and 95th percentile are used as cut-point. Reported weights and heights were obtained via questionnaire and these variables were used to calculate the self-reported BMI.

To obtain the ideal weight participants were asked “Ideally, how much would you like to weigh?”. The discrepancy between actual (self-reported) and ideal body weight has previously been validated as a measure of BWD (20). BWD adjusted by height was estimated using the discrepancy between actual and ideal BMI. By taking the absolute value of BWD, we assess the overall magnitude of weight discrepancy accounting for the dissatisfaction experienced by both those who want to weigh more and those who want to weigh less.

Body density was calculated using the equations of Jackson and Pollock (21) (seven skinfolds) and the body density was converted to percentage body fat (%BF) using Siri’s equation (22) The software used to assess the body image includes the formula of Jackson and Pollock as well. The results of %BF were interpreted using the classification of Bray et al. (23). The fat free mass index (FFMI) was estimated including height, weight and %BF, using the equation of Kouri et al. (24) and the data of FFMI were interpreted using the classification of Gruber et al. (25) for women.

After the anthropometric measurements each participant took the somatomorphic matrix test (26). The computer posed two standard questions: 1) choose the image that best represents your own body (actual image), and 2) choose the image that represents the body that you ideally would like to have (ideal image). In each case, the participant scrolled through the images until she chose the image that she felt best answers the question. At that point, she clicked a button entitled “select this image”. The computer then stored her answer to the question, restored the image to the screen, and posed the following question. Thus, for each participant, we obtained four measurements: 1) her actual body fat and muscularity (as expressed by FFMI) and 2) the level of fat and muscularity that she would like to have.

Studies in the literature on body image frequently assume that the difference between actual and ideal image provides a

valid measurement of BID (27). In the present study, this statement was also assumed and the differences between actual and ideal FFMI, and between actual and ideal %BF were used to estimate FFMI and BF dissatisfaction, respectively. The degree of dissatisfaction was measured with four categories based on the classification of Casillas-Estrella et al. (28) and the increases of FFMI (1.5 kg/m²) and of BF (4%) between images in the somatomorphic matrix test (26). It was considered that the participant was satisfied when the difference between actual and ideal image was 0. The other categories were: 1 (slight dissatisfaction); 2 (medium dissatisfaction); and 3 (severe dissatisfaction).

Moreover, a subsample with 39 participants completed an eating disorders inventory (EDI-2 version of 91 items; 64 original items plus 27 newer items divided into subscales) (29) which evaluates attitudes and behaviours related to food, weight and body shape as well as pathological traits in eating disorders. The Cronbach's Alpha is between 0.84 and 0.92 for each scale value. Higher scores mean more negative appraisals. The EDI-2 indexes are recommended for screening purposes and these three specific dimensions in particular: Drive for the thinness, Bulimia and Body dissatisfaction (30).

Data analysis

Data were analyzed using SPSS vs. 15.0. (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and reported as mean and standard deviation (s.d.). The normality of continuous variables was checked (Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors test). Logarithmic transformation was used when the test of normality was significant ($p < 0.05$), it is the case for the variables: BF dissatisfaction, FFMI dissatisfaction, BWD and EDI-2 dimensions. The BMI distributions (self-reported, current and ideal) were normal.

The difference between means was estimated by the Student's *t* test. The χ^2 test was used to compare distributions in contingency tables. The linear relationship between quantitative variables was estimated by the Pearson's *r* correlation coefficient; and a multiple linear regression analysis (Stepwise method) was conducted to examine predictors of the magnitude of BWD. Alpha level for all of these analyses was set at $p < 0.05$ (two-tail test).

RESULTS

Table 1 shows mean and s.d. values for anthropometric measurements and index derivatives. In the comparison with the reference values one case (1.6%) with the tricipital skinfold under the Pth5 was recorded. Additionally, 17 cases (27.4%) presented values for height and one case (1.6%) values for suprailiac skinfold upper of Pth95.

According to the classification for the %BF, 19.4% obtained data lower than normal values, 71.0% were within normal values, 8.1% were considered borderline values and the rest

(1.6%) were obese. According to the FFMI, 12.9% of the total was classified as low musculature, 58.1% as normal musculature and 29.0% as high musculature. There were no cases with values for FFMI ≥ 22 kg/m².

TABLE 1
Measured anthropometric data and index derivatives

	Mean \pm s.d.	Range
Weight (kg)	57.2 \pm 5.2	46.8-70.0
Height (cm)	165.1 \pm 5.7	150.0-178.5
Skinfold (mm)		
Triceps	16.2 \pm 4.2	8.0-24.8
Subscapular	12.7 \pm 3.4	7.8-22.0
Chest	7.8 \pm 3.1	3.6-19.2
Midaxillary	10.5 \pm 3.6	4.6-22.0
Suprailiac	15.9 \pm 5.3	6.4-34.0
Abdominal	19.2 \pm 6.1	7.0-35.0
Thigh	27.7 \pm 5.9	16.2-39.6
Circumferences (cm)		
Waist	68.6 \pm 3.5	61.2-76.3
Hip	95.4 \pm 4.4	85.8-107.3
Mid-upper-arm	27.3 \pm 2.3	22.2-33.3
Front thigh	44.3 \pm 5.1	34.0-55.0
Maxim leg	36.4 \pm 2.4	31.6-46.0
BMI (kg/m ²)	21.0 \pm 1.4	18.5-24.4
BF (%)	24.1 \pm 4.4	15.3-34.4
FFMI (kg/m ²)	16.2 \pm 1.2	13.0-19.1

BMI, body mass index; BF, body fat; FFMI, fat-free mass index.

Respect to the prevalence of BWD, all participants expressed some degree of dissatisfaction (BWD: actual weight \neq ideal weight), 67.7% desired to weigh less (actual weight $>$ ideal weight) and the rest (32.3%) wanted to weigh more (actual weight $<$ ideal weight). In Table 2 the results of magnitude of body image and weight dissatisfaction are presented. BWD (actual-ideal BMI) among participants who desired to weigh less was 1.8 \pm 1.56 kg/m² (95%IC: 1.14; 2.46, $p < 0.001$) and that among participants who desired to weigh more was 0.56 \pm 0.73 kg/m² (95%IC: 0.16; 0.96, $p < 0.05$). BWD was correlated with BMI ($r = 0.392$, $p < 0.05$) and self-reported BMI ($r = 0.443$, $p < 0.01$).

With regard to the ideal measurements, 10.8% of the sample chose an ideal body weight within the underweight BMI classification (< 18.5 kg/m²) and 37.8% chose an ideal %BF under the normal values and none of the participants selected values for %BF above the normal. Ideal FFMI under the considered normal was chose by 21.0% and values for FFMI higher than normal by 11.3%.

TABLE 2
Magnitude of BID and BWD

		Mean±s.d.
Actual image	FFMI (kg/m ²)	16.2±1.2
	BF (%)	24.1±4.4
Ideal image	FFMI (kg/m ²)	14.6±2.5
	BF (%)	19.3±4.7
BID	FFMI (kg/m ²)	-1.3±2.2
	BF (%)	4.1±6.8
Abs. val. BID	FFMI (kg/m ²)	1.8±1.7
	BF (%)	5.6±5.7
Actual BMI (kg/m ²)		21.0±1.4
Ideal BMI (kg/m ²)		19.9±1.5
BWD (kg/m ²)		1.3±1.4
Abs. val. BWD (kg/m ²)		1.3±1.4

BID, body image dissatisfaction; BWD, body weight dissatisfaction; BMI, body mass index; BF, body fat; FFMI, fat-free mass index.

Table 3 shows the prevalence of BID by body compartments. For FFMI, more participants presented dissatisfaction due to low levels than due to high levels of muscle ($\chi^2=16.953$, $p<0.001$), while for BF more individuals showed dissatisfaction due to high levels than due to low levels of fat ($\chi^2=15.364$, $p<0.001$). BF dissatisfaction was significantly associated with BMI ($r=0.251$, $p<0.05$) and self-reported BMI ($r=0.272$, $p<0.05$). These associations were not found between FFMI dissatisfaction and BMI ($r=0.076$, $p>0.05$) or self-reported BMI ($r=0.054$, $p>0.05$).

TABLE 3
Prevalence of BID by body compartments

FFMI categories	Total n(%)	Difference ^a	
		Positive	Negative
0 (difference = 0)	19(30.6)		
1 (difference = 1.5 kg/m ²)	23(37.1)	6(9.7)	17(27.4)
2 (difference = 3.0 kg/m ²)	9(14.5)	1(1.6)	8(12.9)
3 (difference ≥ 4.5kg/m ²)	11(17.7)	1(1.6)	10(16.1)
BF categories			
0 (difference = 0)	18(29.0)		
1 (difference = 4%)	23(37.1)	16(25.8)	7(11.3)
2 (difference = 8%)	11(17.7)	9(14.5)	2(3.2)
3 (difference ≥ 12%)	10(16.1)	10(16.1)	

BID, body image dissatisfaction; ^aThe positive differences were interpreted as dissatisfaction due to high levels of fat or muscle on her body, and the negative differences as dissatisfaction due to low levels of fat or muscle on her body; BF, body fat; FFMI, fat-free mass index.

The results obtained in the subscales of EDI-2 are shown in Table 4. The BWD was correlated with BF dissatisfaction ($r=0.381$, $p<0.05$), FFMI dissatisfaction ($r=0.341$, $p<0.05$) and several subscales of EDI-2 (body dissatisfaction $r=0.339$, $p<0.05$; introceptive conscience $r=0.385$, $p<0.05$; impulsiveness $r=0.344$, $p<0.05$). The multiple linear regression analysis (Stepwise method) was conducted to examine predictors of the magnitude of BWD (Table 5). BWD was greater among those with higher levels of BF dissatisfaction, FFMI dissatisfaction and higher score in the subscale of EDI-2 "body dissatisfaction".

TABLE 4
Values obtained in the subscales of the EDI-2

Subscales of the EDI-2	Mean±s.d.
Drive for the thinness	3.4±4.9
Bulimia	0.8±1.5
Body dissatisfaction	6.0±6.2
Ineffectiveness	3.6±3.6
Perfectionism	3.6±4.1
Interpersonal distrust	3.5±3.3
Introceptive awareness	4.1±3.2
Maturity fear	4.3±3.0
Asceticism	2.2±2.3
Impulsiveness	2.4±3.7
Social insecurity	2.8±2.3

EDI, eating disorders inventory.

TABLE 5
Multiple linear regression analysis predicting magnitude of BWD^a

	B	S.E. B	B	t	p
(Constant)	0.743	0.346		-2.145	0.039
Current image – Ideal image					
BF	0.276	0.125	0.312	2.215	0.033
FFMI	0.281	0.134	0.294	2.092	0.044
EDI-2					
Body dissatisfaction	0.210	0.074	0.382	2.838	0.008
R ² =0.490; adjusted R ² =0.446					

BWD^a, body weight dissatisfaction = Absolute value (current BMI – ideal BMI); BF, body fat; FFMI, fat-free mass index; EDI, eating disorders inventory. All variables were transformed by Ln. R² was adjusted for the degrees of freedom.

DISCUSSION

The objective of this study was to examine the extent of body weight and image dissatisfaction in a sample of women in dietetics major with normal BMI value. Generally, the results support previous work suggesting that body weight and body image dissatisfaction is felt by women with normal weight, and increases with increasing BMI (31-34). Consistent with our hypotheses, a larger proportion of students with normal BMI values chose an ideal body weight lower than the actual, and a body image with less body fat and more muscle mass than actual values.

With respect to the prevalence of BWD, all participants expressed some degree of BWD, 67.7% desired to weigh less, and the rest (32.3%) wanted to weigh more. Similar results were obtained in Spain where 70% of university women desired to weigh less (35), and in Portugal where the percentage was 66.9% (36). However, our frequencies were higher than those obtained by Bellisle *et al.* (37) in a study undertaken in 21 European countries, where they identified a 44% of women who desired to weigh less.

In the present study, women who desired to weigh less showed an average weight discrepancy of more than one BMI unit. Other authors registered similar desires of loss of weight (14). Encouragingly, the average desired weight among women of our study was within the normal BMI range. Only 10.8% of women in the present study desired a weight within the underweight BMI range (<18.5 kg/m²).

Additionally, the magnitude of BWD was associated with FFMI dissatisfaction, BF dissatisfaction and the subscale of EDI-2 "body dissatisfaction". Regarding the BID, 69.4% of participants were dissatisfied with the index of muscularity, and 71% with the %BF. For FFMI, more participants presented dissatisfaction due to low levels than due to high levels of muscle on their bodies, while in BF more individuals showed dissatisfaction due to high levels than due to low levels of fat on their bodies. Thus, a larger proportion of students chose a body image with less body fat than actual values. These results could be related to the ideal of women's beauty (38). Several studies support the importance of the ideal of thinness in the development of body dissatisfaction (39,40).

A larger proportion of participants choose a body image with more muscle mass than actual too. The idea of well-developed musculature and the desire of higher muscle mass than actual values, are very well documented in males (41,42), while the dissatisfaction with muscularity in women had not been documented. The concept of muscularity in women is relatively new in our society and there are not known publications on the subject.

Several limitations of this research should be noted. First, although all participants were classified as normal BMI, 19.4% had values of BF% lower than normal, and 1.6% higher (obe-

sity). It highlights the limitations of BMI to identify underweight and overweight/obesity cases, as other authors have published (43,44). However the present study included some measurements (anthropometric measurements, self-reported measurements, self-perception of body image, EDI-2) that allowed to compare objective and subjective indices and that allowed to contribute to major construct validity of the body dissatisfaction. The second limitation of the study was the fact that the participants were volunteers and therefore not chosen randomly.

In conclusion, our results suggest that a larger proportion of women with normal BMI value will choose an ideal body weight lower than actual weight. This outcome shows that dietetic students share with general and young people the cultural pressures on body image and the high sociocultural influences in aesthetic body shape that is related with eating disorders (45). In this sense, Merino *et al.* (46) underlined the fact that girls are the most affected group by the cultural pressure and that this pressure to be slim plays an important role in the origin and maintenance of eating disorders.

In the present study, the magnitude of BWD was associated with FFMI and BF dissatisfaction, and the subscale of EDI-2 "body dissatisfaction". So, from a public health standpoint, it is vital to increase the sample size and to include other autonomous region to better understand the extent of BWD, and how this dissatisfaction could interfere with their professional practice.

Undue concern or preoccupation with body weight does influence the students' ability to perform in food-focused courses or impact on future practitioners' effectiveness. Therefore dietetic educators may develop educational strategies which are better aimed at adoption of appropriate attitudes about personal body image and of healthful weight control procedures by students.

ACKNOWLEDGMENT

Authors express their gratitude to all participants and to Mariana Briote (dietitian/nutritionist) and Arturo Fernández (translator).

REFERENCES

1. Aranceta-Bartrina J, Serra-Majem L, Foz-Sala M, Moreno-Esteban B y Grupo Colaborativo SEEDO. Prevalencia de obesidad en España. *Med Clin (Barc)* 2005;125:460-6.
2. Emslie C, Hunt K, Macintyre S. Perceptions of body image amongst working men and women. *J. Epidemiol. Community Health* 001;55:406-407.
3. Talamayan KS, Springer AE, Kelder SH, Gorospe EC, Joye KA. Prevalence of overweight misperception and weight control behaviors among normal weight adolescents in the United States. *ScientificWorldJournal* 2006;26:365-373.

4. Cash TF, Green GK. Body weight and body image among college women: perception, cognition, and affect. *J. Pers. Assess* 1986;50:290-310.
5. Austin JL, Smith JE. Thin ideal internalization in Mexican girls: a test of the sociocultural model of eating disorders. *Int. J. Eat. Disord.* 2008;41:448-457.
6. Rukavina T, Pokrajac-Bulian A. Thin-ideal internalization, body dissatisfaction and symptoms of eating disorders in Croatian adolescent girls. *Eat. Weight Disord.* 2006;11:31-37.
7. Drake MA. Symptoms of anorexia nervosa in female university dietetic majors. *J. Am. Diet. Assoc.* 1989;89:97-98.
8. Kinzl J, Traweger C, Trefalt E, Mangweth B, Biebl W. Dietitians: Are they a risk group for eating disorders? *Europ Eating Disorders Rev* 1999;7:62-67.
9. Razor-Greenhaegh SA, Hurley RS, Witt DD, Brown E, Rebovich EJ. Weight status and weight dissatisfaction of college students enrolled in a basic nutrition course. *Journal of Consumer Studies & Home Economics* 1993;17:227-231.
10. Reinstein N, Koszewski WM, Chamberlin B, Smith-Johnson C. Prevalence of eating disorders among dietetics students: does nutrition education make a difference? *J Am Diet Assoc* 1992;92:949-53.
11. Campus Universitario Digital. Available at: <http://www.novacampus.com/universidades/carreras/carrera.php?c=15>. Accessed May 12, 2010.
12. Disposición 5037 del Boletín Oficial del Estado (BOE) núm. 73 de 2009.
13. Crockett SJ, Littrell JM. Comparison of eating patterns between dietetic and other college students. *J. Nutr. Educ.* 1985;17:47-50.
14. Neighbors LA, Sobal J. Prevalence and magnitude of body weight and shape dissatisfaction among university students. *Eating Behaviors* 2007;8:429-439.
15. Serifovic S, Dinnel DL, Sinanovic O. Body dissatisfaction: how is it related to stress and one's perception of individual and cultural ideal body? A comparison of Bosnian and American university students. *Bosn. J. Basic Med. Sci.* 2005;5:27-33.
16. World Health Organization. Report of a WHO Consultation: Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva: World Health Organization, 2000.
17. Spanish Society of Epidemiology and the Spanish Society of family and community medicine. Una propuesta de medida de la clase social. *Atención Primaria* 2000;25:350-63.
18. Weiner JS, Laurie JA. Practical human biology. London: Academic Press, 1981.
19. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Encuesta de nutrición de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Vitoria-Gasteiz, 1994.
20. Thompson JK, van Den Berg P. Measuring body image attitudes among adolescents and adults. In: Cash RF, Pruzinsky T, editors. *Body image: A handbook of theory, research, and clinical practice*. New York: The Guilford Press, 2002. p.142-154.
21. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1980;12:175-182.
22. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy of Sciences. Natural Resource Council, 1961. p. 223-244.
23. Bray G, Bouchard C, James WPT. Definitions and proposed current classifications of obesity. In: Bray G, Bouchard C, James WPT, editors. *Handbook of obesity*. New York: Marcek Dekker, 1988. p. 31-40.
24. Kouri EM, Pope HG, Katz DL, Oliva PS. Fat-free mass index in users and non-users of anabolic-androgenic steroids. *Clin. J. Sport. Med* 1995;5:223-228.
25. Gruber AJ, Pope HG, Borowiecki JJ, Cohane G. The development of the somatomorphic matrix: a biaxial instrument for measuring body image in men and women. In: Norton K, Olds T, Dollman J, editors. *Kinanthropometry VI*. Adelaide: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2000. p. 217-231.
26. Pope HG, Phillips KA, Olivardia R. *The Adonis complex*. New York: Free Press, 2000.
27. Thompson JK, Heinberg LJ, Altabe M, Tantleff-Dunn S. *Examining Beauty, Theory, Assessment, and Treatment of Body Image Disturbance*. Washington, DC: American Psychological Association, 1998. p. 8-12.
28. Casillas-Estrella M, Montaña-Castrejón N, Reyes-Velázquez V, Barcardi-Gascón M, Jiménez-Cruz A. A mayor IMC mayor grado de insatisfacción de la imagen corporal. *Rev. Biomed.* 2006;17:243-249.
29. Garner DM. *Inventario de trastornos de la conducta alimentaria 2*. Madrid: TEA Ediciones, S.A., 1998.
30. Nevenon L, Bronberg AG. Validating the Eating Disorder Inventory-2 (EDI-2) in Sweden. *Eat. Weight Disord.* 2001;6:59-67.
31. Niskar A, Baron-Epel O, Garty-Sandalon N, Keinan-Boker L. Body weight dissatisfaction among Israeli Jewish and Arab women with normal or overweight-obese body mass index, Israeli INHIS-1, 2003-2004. *Prev. Chronic Dis.* 2009;6(2):A51.
32. Cash TF, Pruzinsky T. *Body image: A handbook of theory, research, and clinical practice*. New York: The Guilford Press, 2002.
33. Fitzgibbon ML, Blackman LR, Avellone ME. The relationship between body image discrepancy and body mass index across ethnic groups. *Obesity Research* 2000;8:582-589.
34. Yates A, Edman J, Aruguete M. Ethnic differences in BMI and body/self-dissatisfaction among Whites, Asian subgroups, Pacific Islanders, and African-Americans. *J Adolesc Health* 2004;34:300-30.
35. Lameiras M, Calado M, Rodríguez Y, Fernández M. Hábitos alimentarios e imagen corporal en estudiantes universitarios sin trastornos alimentarios. *Int. J. Clin. Health Psychol.* 2003;3:23-33.
36. Ferreira S. *Perturbações do comportamento alimentar: Estudo da prevalência junto de uma população universitária feminina*. Braga: Universidade do Minho, 1998.
37. Bellisle F, Monneuse MO, Steptoe A, Wardle J. Weight concerns and eating patterns: A survey of university students in Europe. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1995;19:723-730.
38. Tucci S, Peters J. Media influences on body satisfaction in female students. *Psicothema* 2008;20:521-524.

39. Low KJ, Charanasomboon S, Brown C, Hiltunen G, Long K, Reinhalter K. International of the thin ideal, weight and body image concerns. *Social Behavior and Personality* 2003;31:81-90.
40. Thompson J, Stice E. Thin-ideal internalization: Mounting evidence for a new risk factor for body-image and eating pathology. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 2001;10:181-184.
41. McCreary DR, Sasse DK. An exploration of the drive for muscularity in adolescent boys and girls. *J. Am. Coll. Health* 2000;48:297-304.
42. Morrison TG, Morrison MA, Hopkins C, Rowan ET. Muscle mania: Development of a new scale examining the drive for muscularity in Canadian males. *Psychology of Men and Masculinity* 2004;5:30-39.
43. Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI. *Am. J. Phys. Anthropol.* 2006;129:151-6.
44. Yamagishi H, Kitano T, Kuchiki T, Okazaki H, Shibata S. Association between body composition and body mass index in young Japanese women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)* 2002;48:201-6.
45. Rivaola MF, Penna F. Factores socioculturales y su relación con los trastornos alimentarios e imagen corporal. *Revista Internacional de Psicología y Educación* 2006;8(2):61-72.
46. Merino H, Pombo MG, Godás A. Evaluación de las actitudes alimentarias y la satisfacción corporal en una muestra de adolescentes. *Psicothema* 2001;13(4):539-45.

Recibido: 15-12-2009

Aceptado: 20-05-2010

Folatos y hierro en mujeres en edad fértil de una comunidad en Venezuela afectada por la incidencia de defectos del tubo neural

Montilva Mariela, Papale Jham, García-Casal María Nieves, Berné Yelitza, Ontiveros Judith, Durán Lourdes

Decanato de Ciencias de la Salud, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado UCLA, Venezuela.
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC Venezuela

RESUMEN. El objetivo de este estudio transversal fue identificar el estado nutricional de folatos y hierro en mujeres en edad fértil del Municipio Jiménez, Estado Lara, Venezuela. El muestreo fue probabilístico por conglomerados del área urbana y rural, seleccionándose 15 conglomerados donde se estudiaron a las mujeres entre 12 y 45 años (269 mujeres). Previa firma del consentimiento informado, se les practicó: Encuesta con datos personales, antecedentes y variables relacionadas con folatos y hierro; datos socioeconómicos (Encuesta Graffar-Méndez Castellano y Necesidades Básicas Insatisfechas); en muestra de sangre se determinó Hemoglobina y Folato Eritrocitario (FE); en suero se determinó Ferritina, y Folato Sérico (FS). 53,53% de la muestra presentó valores bajos de FS, y el 10,78% valores deficientes. 80,7% presentó deficiencia severa según FE y 5,9% deficiencia moderada. En ambas pruebas, la media fue mayor en mujeres tratadas con Acido Fólico ó embarazadas ($p=0,000$) y la media del FE también resultó mayor en adultas que adolescentes ($p=0,001$) y en mujeres no pobres ($p=0,011$); no hubo diferencias significativas según ingesta de café, alcohol, anticonceptivos, procedencia, estrato social. La anemia se determinó en 11,2%, más frecuente en adultas ($p=0,029$) y en las del medio urbano ($p=0,042$). Ferritina baja se encontró en 37,3% de la muestra, las diferencias según variables no fueron significativas. En conclusión, la prevalencia de deficiencia de hierro y folatos en mujeres en edad fértil del Municipio Jiménez es alta, ésta podría constituir un factor condicionante de defectos del tubo neural, por lo cual deben ejecutarse estrategias para superar este déficit.

Palabras clave: Folatos, hierro, anemia, nutrición.

INTRODUCCION

Los folatos desempeñan un rol fundamental en el funcionamiento del cuerpo humano, al actuar como receptores y donantes de unidades mono carbono en los procesos del metabolismo de nucleótidos y aminoácidos. Las bajas ingestas, la limitada biodisponibilidad, el método de

SUMMARY. Folate and iron in fertile age women from a Venezuelan community affected by incidence of neural tube defects.

The objective of this transversal study was to determine folate and iron nutritional status of women in fertile age from Municipio Jiménez, Lara State, Venezuela. The sampling was probabilistic by conglomerates from the urban and rural areas, selecting 15 conglomerates from which women between 12 and 45 years (269), were studied. After signing informed consent, participating were interviewed for personal data, antecedents related to folate and iron, socioeconomic data (Graffar-Mendez Castellano method and unsatisfied basic needs). In blood sample was determined Hemoglobin, and Erythrocytic Folate (FE). Serum was obtained to determine Ferritin and Serum Folate (FS). 53,53% of the sample presented low FS levels, 10.78% were FS deficient. Severe FE deficiency was present in 80.7% of the cases, moderate deficiency affected 5,9%. For both tests, median was higher for women in treatment with Acido Fólico or pregnant ($p=0,000$), median for FE was higher for adults ($p=0.001$) and in non poor women ($p=0.011$). There were no significant differences for coffee, alcohol, anticonceptive consumption, urban or rural resident or socioeconomic strata. The prevalence of anemia was 11,2% being significantly more frequent in adults than in adolescents ($p=0,029$) and in urban women ($p=0,042$). Low ferritin were found in 37,3% of the sample, the effect of different variables was not statistically significant. In conclusion, there is a high prevalence of iron and folate deficiencies in women of fertile age from Municipio Jiménez, which could constitute a conditioning factor for the appearance of neural tube defects.

Key words: Folate, iron, anemia, nutrition.

preparación del alimento, los fármacos como el metotrexato, anticonvulsivantes, aminopterina, el alcohol, e incluso, condiciones genéticas provocan deficiencia de folatos en las poblaciones (1,2). La entidad clínica clásica de la deficiencia de folatos es la anemia megaloblástica, aunque otras patologías se han asociado a la deficiencia: mayor riesgo de cáncer de colon y recto por defectos en la configuración y estabilidad estructural del ADN; parto pretérmino, bajo peso al nacer, retardo del crecimiento intrauterino, abortos espontáneos, infarto placentario. Así mismo, se ha reportado un aumento del 20% a 30% del riesgo de sufrir enfermedad cardiovascular (1).

Desde hace más de una década se estableció la relación

Proyecto financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

entre deficiencia de folatos y defectos en el cierre del tubo neural (DTN) en neonatos, siendo ésta una de las malformaciones más prevalentes en el mundo (3). El niño afectado por anencefalia o espina bífida muere tempranamente o sufre de parálisis, incontinencia vesical o intestinal y otras discapacidades, además del alto costo de atención médica (4). Otras evidencias sugieren la asociación con malformaciones cardíacas, del tracto urinario, labio leporino, paladar hendido (5).

La mayor parte de estadísticas sobre carencia de folatos corresponden a países desarrollados. En Venezuela se han realizado algunos estudios al respecto, ninguno de ellos en el Estado Lara, donde ocurrieron 6 muertes por DTN/1000 defunciones por todas las causas en el lapso 1997-2005; específicamente, el Municipio Jiménez presentó una tasa anual de 2,27 muertes/100.000 habitantes en el mismo período (6). Según datos de Epidemiología Municipal de Jiménez, por cada 1000 nacidos vivos se registraron 2,57 nacidos vivos con DTN en el año 2005 (comunicación personal). Esta es una zona predominantemente agrícola, donde la ocurrencia de malformaciones se ha atribuido a la contaminación por uso inadecuado de plaguicidas. Tampoco en la zona se conoce la prevalencia de anemia y déficit de hierro, nutriente que constituye la deficiencia nutricional más frecuente en el mundo. Por este motivo se desarrolló el presente estudio con el objetivo de identificar el estado de folatos y hierro de las mujeres en edad reproductiva en el mencionado municipio a fin de realizar las recomendaciones pertinentes.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una investigación de tipo descriptivo transversal.

Población y muestra: El presente reporte forma parte de un proyecto amplio para la evaluación del estado nutricional de la población femenina en edad fértil en el Municipio Jiménez. La población estuvo conformada por aproximadamente 23000 mujeres en edad fértil, de 12 a 45 años, del Municipio Jiménez del Estado Lara. Se realizó un muestreo aleatorio estratificado según sectores rural y urbano y por conglomerados. Se seleccionaron al azar 15 conglomerados, 8 del medio rural y 7 del área urbana. Previa citación por el consejo comunal o comité de salud, a las habitantes en edad reproductiva de cada conglomerado seleccionado se les explicó con detalle los objetivos del mismo, el método y luego se les solicitó el consentimiento informado; en el caso de las menores de edad, el mismo fue firmado por sus respectivas madres. Luego se acordó una fecha y lugar en la comunidad para practicar las evaluaciones antropométrica, bioquímica y dietética. La muestra quedó conformada por 269 mujeres; la evaluación dietética se practicó a 259 mujeres. En este informe se presentan los resultados referentes a las

variables bioquímicas estudiadas: hemoglobina, ferritina, folato sérico y eritrocitario y factores asociados, así como los resultados sobre consumo de hierro y folatos.

A cada mujer seleccionada para el estudio se le aplicó un instrumento contentivo de datos de identificación, antecedentes, hábitos, medicamentos consumidos, datos de la esfera reproductiva, encuesta de Graffar-Méndez Castellano para determinación del estrato social (7), y encuesta de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) para la identificación de pobreza.

A todos las mujeres se les tomó en ayunas 7 ml de sangre por punción venosa, en el pliegue del codo, con jeringas desechables, los cuales fueron repartidos de la siguiente manera: 2 mL en un tubo con ácido etilendiaminotetracetato de sodio (EDTA) como anticoagulante para la hematología y el folato eritrocitario (FE) y 5 mL en un tubo sin anticoagulante para la determinación de ferritina y folato sérico (FS). La muestra para folatos siempre estuvo protegida de la luz y fue almacenado a -20°C .

Hemoglobina (Hb): se midió a través de un Analizador Hematológico tipo Beckman-Coulter AcT 8. El valor de la concentración de Hb fue el indicador para clasificar a las mujeres como anémicas o no. Los puntos de corte para definir anemia fueron: Mujeres no embarazadas o embarazadas en el primer trimestre: $\text{Hb} < 12 \text{ gr/dl}$; embarazadas 2do y 3er trimestre: $\text{Hb} < 11 \text{ gr/dl}$.

Ferritina sérica: Se determinaron los niveles séricos mediante el método de enzimoimmunoanálisis (ELISA), kit comercial de DRG Internacional Inc, USA, cuyas concentraciones se midieron en un lector de ELISA marca TECAN, Modelo Sunrise. La Ferritina Sérica es el indicador para evaluación diagnóstica de la Deficiencia de Hierro (DH) y proporciona un estimado del estado de las reservas corporales del hierro. Se consideró DH cuando los niveles de Ferritina fueron $< 12 \text{ ug/l}$.

El FS y FE se determinaron por el método microbiológico. Dicho método es una adaptación del Centers for Diseases Control and Prevention (Atlanta, USA), de los métodos de O'Broin et al (8) y de Molloy y Scott (9). El método se basa en el crecimiento dependiente de folatos, de una cepa de *Lactobacillus*. Muestras de suero o sangre son diluidas en un medio que contiene todos los requerimientos nutricionales para el crecimiento de cepas de *Lactobacillus* resistentes a cloramfenicol, excepto folato. Como el crecimiento de la bacteria (42h a 37°C), será proporcional a la cantidad de folato en la muestra, el nivel de folato es calculado midiendo la turbidez desarrollada en los pozos de muestra a 590 nm , contra una curva standard.

El FS refleja la situación nutricional reciente de folatos, los valores se clasifican en tres categorías: Adecuado: $> 13,2$

nmol/l, Bajo: 6,7 a 13,2 nmol/l y Deficiente < 6,7 nmol/l. El FE refleja la situación nutricional a más largo plazo, los valores se clasifican en: Aceptable > 360 nmol/l, Deficiencia moderada: 315-359 nmol/l y Deficiencia severa (10-12)

Se consideraron anémicos ferropénicos ó con déficit de folatos aquellos individuos que presentaron simultáneamente concentraciones de hemoglobina y ferritina sérica ó Hb y FS y/o FE por debajo de los puntos de corte respectivamente.

Encuesta dietética: dos Nutricionistas entrenadas obtuvieron de las integrantes de la muestra el recordatorio del consumo de 24 horas del día previo, en un día de semana y un día de fin de semana no consecutivos. Para recabar información sobre cantidades de alimentos se utilizaron modelos de alimentos, recipientes, envases caseros y cubiertos de diferentes tamaños. De la información obtenida se estimó los gramos de alimentos; en base a la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela se calculó el consumo de Hierro (13) y el de folatos a partir de tablas internacionales (14,15), utilizando un programa computarizado para el cálculo. El Índice de Adecuación se calculó al comparar los resultados de ingesta de nutrientes y calorías con los Valores de referencia de Energía y Nutrientes para la población venezolana en los diversos grupos de edad (16).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 11.5; se estimaron porcentajes, Chi cuadrado, coeficiente de contingencia, Phi; prueba de Kolmogorov-Smirnov para normalidad de las variables, medianas, pruebas de asociación de variables de Mann Whitney y Kruskal-Wallis para las variables con distribución no paramétrica y T Student y ANOVA en variables con distribución normal, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La mayor parte de las integrantes de la muestra eran adultas (69,3%), el 30,7% adolescentes (12 a 19 años); 66,3% procedía del medio rural, el 81,1% se encontraba en condición de pobreza y 51,55% en pobreza extrema según el método NBI; 82,6% de las mujeres se ubicaron en los estratos sociales IV y V (obrero y marginal) según el método Graffar-Mendez Castellano. Las ocupaciones más frecuentemente reportadas fueron oficios del hogar (51,9%) y estudiantes (31,1%), el 10,45 % trabajaba fuera del hogar.

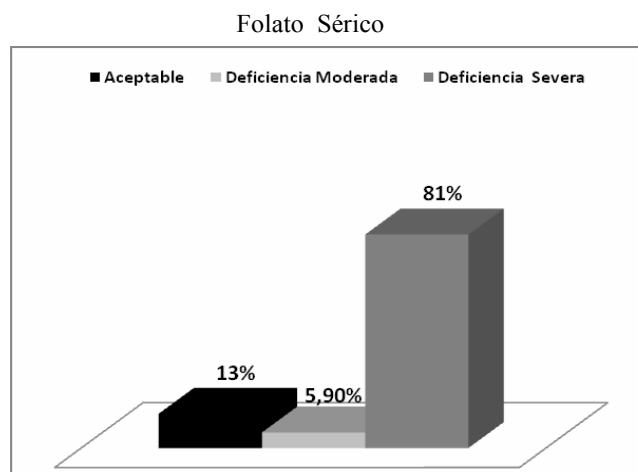
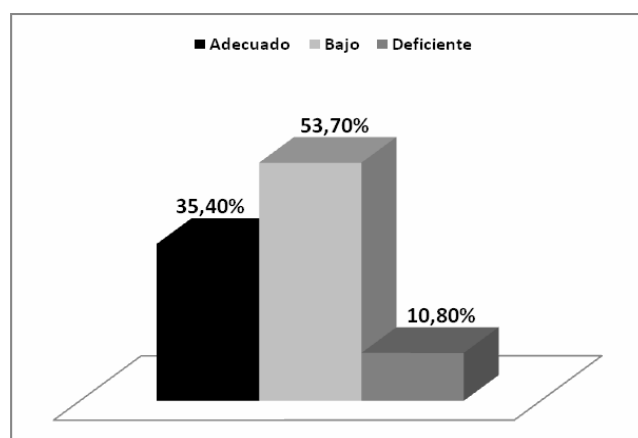
En el medio urbano se encontraron porcentajes más bajos de pobreza según NBI (68,2% vs 87,7% en el medio rural); en ambos sectores la mayor parte de los hogares pobres corresponden a pobreza extrema. Así mismo tanto en los sectores urbano como rural predominó el estrato social obrero y marginal, con mayor frecuencia en el sector rural (47,5% estrato IV y 44,1% estrato V).

En cuanto a antecedentes de enfermedades o condiciones

sufridas en los últimos 6 meses se encontró que el 23,3% reportó pérdidas sanguíneas por menstruación abundante y el 5,2% por hemorroides. El 31,85% de las mujeres indicó haber recibido vitaminas en los 6 meses previos, el 28,5% recibió anticonceptivos, 21,1% ácido fólico y el 10,3% hierro. El 18,1% de las adolescentes y el 22,5% de las adultas recibían tratamiento con ácido fólico; 11,8% de las embarazadas reportó no recibir ácido fólico. El hábito sicobiológico mas frecuentemente reportado fue el consumo de café en el 64,8% de la muestra, el 13,7% reportó consumo de bebidas alcohólicas.

Al distribuir la muestra según niveles de FS se apreció que el 64,5% presentó déficit, de los cuales el 53,7% valores bajos y 10,8% deficientes. En tanto que 87% de las mujeres presentó déficit en la prueba de FE, 5,9% deficiencia moderada y la gran mayoría deficiencia severa (81,1%) (Figura 1).

FIGURA 1
Mujeres en edad reproductiva según Folato Sérico y Folato Eritrocitario. Municipio Jiménez, Estado. Lara



Folato Eritrocitario

Al distribuir la muestra según valores medios de FS y edad, presencia de embarazo, consumo de fármacos (Ac. Fólico, anticonceptivos), consumo de alcohol, procedencia urbana-rural, estrato socioeconómico, NBI (Tabla 1), se encontró valores mayores en las mujeres que tomaban suplementos de Acido Fólico con una mediana de 15,81 nmol/l vs 10,71 nmol/

l en quienes no tomaban ($p=0,000$), y valores más altos en quienes estaban embarazadas: 28,26 nmol/l vs 11,13 nmol/l en quienes no estaban embarazadas ($p=0,000$); es importante resaltar que la mayoría de las embarazadas recibía suplementación con ácido fólico. Para el resto de las variables estudiadas no se encontraron diferencias significativas.

TABLA 1
Porcentaje de mujeres con valores deficientes -bajos y mediana de Folato Sérico y Folato Eritrocitario según variables de orden biológico y social

		Folato Sérico		Folato Eritrocitario	
		Deficiente -Bajo %	Mediana	Deficiencia moderada-severa %	Mediana
Embarazo‡	Ausente	68,1	11,13*	89,3	196,03*
	Presente	11,8	28,26	52,9	349,90
Edad‡	Adolescentes	68,7	10,83	92,8	173,14**
	Adultas	62,7	11,90	84,4	217,87
Tratamiento Ac. Fólico‡	Ausente	71,2	10,71*	92,9	188,49*
	Presente	39,3	15,82	64,9	254,05
Uso Anticonceptivos ‡	Ausente	63,4	11,37	87,0	196,03
	Presente	67,5	11,61	87,0	211,97
Consumo Café‡	Ausente	65,3	11,48	84,2	203,47
	Presente	64,2	11,61	88,5	192,56
Consumo Alcohol	Ausente	63,4	11,73	86,3	200,22
	Presente	72,2	10,34	91,7	202,15
NBI‡	No pobre	62,7	12,39	74,5	237,66***
	Pobres	65,0	11,13	89,9	191,54
Sector‡	Urbano	62,2	11,88	90,0	184,76
	Rural	65,7	11,48	85,5	203,47
Graffar †	Estrato II	55,6	13,00	66,7	223,19
	Estrato III	62,2	12,39	86,5	203,47
	Estrato IV	66,1	11,21	88,2	196,32
	Estrato V	64,4	11,57	87,5	199,58

‡n=269 mujeres Prueba Mann-Whitney †Prueba Kruskal-Wallis * $p=0,000$ ** $p=0,001$ *** $p=0,011$

La prevalencia de FS deficiente o bajo en las embarazadas fue 11,8% y 68,1% en no embarazadas; en las que consumían Acido Fólico la prevalencia fue 39,3% vs 71,2% en quienes no lo tomaban.

Al realizar idéntica distribución según valores medios de FE y las variables mencionadas previamente, se detectó valores más elevados en las mujeres tratadas con Acido Fólico (254,05 nmol/l) que en las no suplementadas (188,49 nmol/l) ($p=0,000$), así como en las embarazadas (349 nmol/l) al compararlas con las no embarazadas (196,03 nmol/l) ($p=0,000$). Así mismo, valores más elevados de FE se detectaron en las adultas (217,87 nmol/l) y en las mujeres sin condición de pobreza (237,6 nmol/l). Estas diferencias son estadísticamente significativas ($p=0,001$ y $p=0,011$ respectivamente) (Tabla 2).

La prevalencia de déficit según FE fue más elevada en no embarazadas (89,3%), en adolescentes (92,8%), en quienes

no eran suplementadas (92,9%), en las mujeres en condición de pobreza (84,9%). Las frecuencias de déficit fueron poco diferentes según estrato social, uso de anticonceptivos ó café.

El consumo promedio de folatos fue 161,59 ug (40,02% de adecuación), con pocas diferencias entre adolescentes y adultas. No se encontró asociación estadística entre consumo de folatos y los indicadores bioquímicos estudiados.

Hemoglobina, anemia y deficiencia de hierro

El promedio de Hb en la población estudiada fue 13,15 gr/dl (DE: 1,10), encontrándose más baja en embarazadas (12,22gr/dl vs 13,21gr/dl en no embarazadas) y en mujeres del medio urbano (12,68 gr/dl vs 13,38 gr/dl en las del medio rural) ($p=0,000$). Para el resto de las variables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

La media de Ferritina sérica en la población estudiada fue 21,89 ug/l. La deficiencia de hierro se detectó en 37,3% de

las mujeres, la prevalencia fue más elevada en embarazadas (41,2%), adolescentes (41,0%), en quienes presentaban pérdidas sanguíneas abundantes (45,8%), en mujeres pobres (38,2%), procedentes del medio rural (39,3%), y pertenecientes al estrato social V (44,2%). Sin embargo, las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas (Tabla 2).

La anemia se determinó en el 11,2% de las mujeres siendo

más frecuente en las adultas (13,4%) que en las adolescentes (6,0%), así como en las mujeres del medio urbano (16,7%) al compararlas con las procedentes del medio rural (8,4%); estas diferencias son estadísticamente significativas ($p=0,029$ y $0,042$ respectivamente). En las embarazadas la prevalencia fue menor (5,9%), sin embargo en ésta variable y el resto de las estudiadas no se encontraron diferencias significativas en la prevalencia. Tabla 2.

TABLA 2
Prevalencia de deficiencia de hierro y anemia y valores medios de ferritina y hemoglobina según variables de orden biológico y social

		Ferritina baja %	Ferritina mediana	Anemia presente %	Hb \bar{x}
Embarazo‡	Ausente	37,1	22,20	11,5	13,21***
	Presente	41,2	21,14	5,9	12,22
Edad‡	Adolescentes	41,0	17,69	6,0*	13,16
	Adultas	35,7	23,91	13,4	13,14
Consumo Café‡	Ausente	38,9	21,85	11,6	13,03
	Presente	36,4	22,01	10,9	13,22
NBI‡	no pobre	33,3	29,21	7,8	13,12
	pobres	38,2	21,14	11,9	13,27
Sector‡	Urbano	33,3	24,21	16,7**	12,68****
	Rural	39,3	20,81	8,4	13,38
Graffar†	Estrato II	22,2	33,22	11,1	12,92
	Estrato III	37,8	20,91	5,4	13,25
	Estrato IV	32,2	24,10	11,8	13,22
	Estrato V	44,2	18,02	12,5	13,05
Tratamiento Hierro‡	Ausente	37,1	21,95	12	12,85
	Presente	39,3	21,77	3,6	13,18
Pérdidas Sangre‡	Ausente	34,2	23,13	9,6	13,21
	Presente	45,8	16,54	15,3	12,97

n=269 mujeres Pruebas estadísticas: ‡ Mann-Whitney, †Kruskal-Wallis.

Anemia: Chi cuadrado. Hemoglobina: T student, Anova (Graffar)

* $p=0,029$. ** $p=0,042$. *** $p=0,000$ **** $p=0,000$

Como se evidencia en la Tabla 3, el 73,3% de las mujeres anémicas presentaban deficiencia de hierro, y el 83,3% deficiencia de folatos según FE, la cual mide las reservas a más largo plazo.

La media del consumo de hierro fue 12,10 mg (adecuación 94,49%) sin diferencias significativas entre adolescentes y adultas. El consumo de hierro fue menor en mujeres pobres (11,76 mg vs 14,93 mg en no pobres, $p=0,014$)

TABLA 3
Distribución de mujeres con anemia según deficiencia de hierro ó folato

Déficit	Nº	%
Hierro	22	73.3
Folato Sérico	20	66.6
Folato Eritrocitario	25	83.33

DISCUSION

La investigación revela un importante déficit de folatos en la población femenina en edad fértil del municipio Jiménez Estado Lara. Esta situación puede contribuir en forma determinante al desarrollo de defectos de tubo neural en los niños de la zona. Al comparar con otros estudios se encuentra gran variación en la prevalencia entre diferentes países: en Varsovia, Polonia, (2001) 90,9% de las mujeres presentaron

riesgo alto y moderado de deficiencia de folato eritrocitario y 51,3% en folato sérico (17); en Andalucía España, niveles bajos y deficientes en 42,4% de mujeres entre 25 y 60 años (n=1715) sin correlación con ingesta de alcohol o tratamiento con Ac. Fólico (18). En el año 2000, 23% de mujeres chinas embarazadas presentaron deficiencia de folato sérico (<6,8nmol/l) (19).

En New Founland, Canadá, se encontró que el 11% de las embarazadas presentaban déficit en su primera consulta prenatal (20); En Costa Rica se reportó 24,7 % de deficiencia en mujeres en edad fértil (21).

Un estudio realizado en Valencia, Venezuela en 1996 determinó que el 20% de las embarazadas en el III trimestre presentó deficiencia de folato (< 3ng/ml) y de éstas 41% tenían anemia por deficiencia de folato (22). En el Estado Vargas, (2002), la prevalencia de valores bajos y deficientes de FS fue 96,8% en adolescentes; en embarazadas de la Gran Caracas (Guatire, Guarenas, Caracas, Valles del Tuy) se detectó deficiencia en el 56,35% de la muestra, con mayor prevalencia en el estrato más pobre (10,12). En la población de Pedregal, Estado Falcón (2005), donde se reporta alta incidencia de malformaciones congénitas, se detectó que el 90,9% de las adolescentes presentaron deficiencia de folato, un 64% presentó deficiencia severa (11). Un estudio realizado en 900 mujeres en edad fértil voluntarias en comunidades de 7 estados del país reveló que el 89,5 % presentó valores menores de 10 nmol (23). En la comunidad indígena Betania del Topocho (Amazonas, Venezuela) el 90% de las mujeres entre 11 y 20 años y el 80% de las de 21 a 40 años presentaban déficit (24).

Los estudios parciales realizados en Venezuela en diversas poblaciones coinciden en un déficit importante de folatos en la población, lo cual podría ser similar en otras comunidades del país, dada la similitud en los hábitos alimentarios y políticas públicas. En este sentido, el presente estudio determinó la baja adecuación de la ingesta de folatos (40,02%), similar a lo reportado por otros estudios en Venezuela. Peña Evelyn y Cols, 2003, en 75 adolescentes embarazadas asistentes a los controles en una maternidad de Valencia, encontraron que el promedio de ingesta de folatos fue inferior a 90 ug/día y entre el 96 a 99,9% de la muestra tuvo aportes por debajo de los dos tercios de la recomendación (25). En Europa la ingesta promedio en mujeres es 247 ug/día (26).

Tampoco se apreció asociación entre los niveles de folato en sangre y eritrocitos y el consumo del mismo. A pesar de que la dieta es un factor muy importante en el status de folatos existen multiplicidad de factores que lo afectan: la cocción prolongada de alimentos, defectos en la absorción, la cual se ha encontrado alterada en mujeres con riesgo de embarazos de niños con DTN (27); la biodisponibilidad de folatos en los alimentos es variable: se conocen factores como el atrapamiento de los folatos en las células o fracción insoluble de alimentos, la inestabilidad de la vitamina en el tubo

digestivo, la desconjugación por cambios de pH; además, se han descubierto más de 30 genes que intervienen el metabolismo de los folatos y varios alelos polimórficos que pueden alterar la actividad enzimática, de tal manera que el status de folatos es el producto de la interacción de la deficiencia de folato en la dieta y variaciones genéticas (1,28).

Ante esta situación es necesario ampliar los estudios sobre estado nutricional de folatos en el país y a la vez profundizar las intervenciones de orden educativo para mejorar los hábitos de la población. Sin embargo en razón de la dificultad de modificar los hábitos a corto plazo muchos países han incorporado en sus políticas de salud la fortificación de alimentos ó la suplementación con Acido Fólico a las mujeres en edad periconcepcional ó reproductiva (4).

Varios estudios demostraron la importante reducción de defectos del tubo neural tras la suplementación con 400ug de Acido Fólico (29-31). Sin embargo, un escaso porcentaje de mujeres en países desarrollados, educadas sobre la importancia de tomar suplementos de Acido Fólico, cumplen con la ingesta del medicamento (entre 2% y 50%). Los grupos más vulnerables son las jóvenes, bajo nivel educativo y embarazos no planificados (4).

Por otra parte, la fortificación de harina con Acido Fólico en varios países ha determinado la reducción de incidencia de DTN: en Estados Unidos se inició en 1998 y conllevó a una reducción de 19% en la incidencia de DTN (32). En varias provincias de Canadá se reportó reducción del 50% del riesgo relativo de DTN, además de aumento en los niveles de folatos tras el inicio del programa de fortificación y después de varios años de seguimiento (33). En Chile se aplicó la fortificación desde el año 2000, posterior a iniciada la medida, se determinó una reducción del 42% de DTN, aumento en los valores de FS y FE y reducción importante en los costos en salud (34). Costa Rica desde 2002 y la mayoría de países de Centroamérica adoptaron la estrategia de fortificación de harina (4).

En Venezuela no existe el programa de fortificación de alimentos con ácido fólico. Después de un largo periodo de ausencia del programa de suplementación a embarazadas, hace algunos años se reinició el suministro de tabletas de ácido fólico en la consulta prenatal. Sin embargo con mucha frecuencia la mujer no planifica el embarazo o no acude tempranamente a la primera consulta; además la cobertura de consulta prenatal aun es insuficiente (35). Se sabe que el cierre del tubo neural culmina en la cuarta semana de embarazo; por estos motivos es posible que la estrategia de suplementación con ácido fólico al momento que la mujer inicie la consulta prenatal, no permitiría reducir la incidencia de defectos del tubo neural. Además el resto de las mujeres en edad reproductiva no estarían protegidas de la deficiencia de folatos.

Por lo tanto, en Venezuela se requiere una política que

prevenga la deficiencia desde antes del embarazo, es muy importante la suplementación efectiva a las mujeres en etapa periconcepcional. Debe discutirse si lo más adecuado como programa permanente sea la fortificación de alimentos en cantidades cuidadosamente analizadas, para evitar el riesgo del exceso de folatos ya que se ha reportado aumento en los indicadores de morbilidad por algunas patologías en asociación al consumo elevado de Ac. Fólico (36,37).

En relación a los resultados sobre anemia y deficiencia de hierro en la población estudiada, destaca la prevalencia más baja de anemia en el presente estudio al comparar con la mayoría de los reportes recientes en el mismo grupo de edad en Venezuela: Fundacredesa en 1998 reportó 16% de anemia en mujeres en edad fértil, 22% en Valencia en 2002 (38,39); en embarazadas de Valencia en 1996, 34,4% y en la Gran Caracas 38% en el 2002 (22,40).

Así mismo, valores bajos de ferritina en el 37% de las mujeres estudiadas, resultó ser una prevalencia más alta que la encontrada en 1998 por Fundacredesa (27%), y similar a la detectada en Valencia (39%) (38,39). En embarazadas del Municipio Jiménez la ferritina baja se determinó en 41% mientras que en Valencia en 34% y en la Gran Caracas en 59% (22,40). En el presente estudio, valores de ferritina baja se observaron más frecuentemente entre mujeres de estratos sociales más bajos, pobres, con pérdidas sanguíneas, procedentes del medio rural y adolescentes, aunque las diferencias no fueron significativas. Estos mismos factores, además de la ingesta deficiente han sido señalados como factores de riesgo del déficit de hierro. El consumo de hierro en esta comunidad, producto de la fortificación de la harina es ligeramente menor al recomendado; esta situación, asociada a factores sociales (pobreza, falta de disponibilidad de servicios básicos con parasitosis asociada) y biológicos pueden determinar la prevalencia de anemia y deficiencia de hierro.

Aparte de las consecuencias clínicas de la anemia por deficiencia de hierro y la disminución de la productividad en el trabajo, en la mujer embarazada se generan otros riesgos como el aumento de la morbilidad y mortalidad en la madre y el niño, menor tolerancia a las pérdidas sanguíneas durante el parto, mayor riesgo de parto prematuro y bajo peso al nacer (41).

Un intenso esfuerzo se ha realizado en Venezuela para la fortificación de la harina con hierro, que redundó en la disminución de la anemia (38,42). Sin embargo, aún se aprecian importantes porcentajes de mujeres con este problema, por lo cual deben concentrarse programas de educación, desparasitación y mejoramiento de las condiciones de vida en los grupos poblacionales más vulnerables.

En conclusión, un elevado porcentaje de la población femenina en edad fértil del Municipio Jiménez presenta déficit de folatos, lo cual podría constituir un factor condicionante de la incidencia de defectos de tubo neural en la población

infantil. Así mismo, la deficiencia de hierro es importante en la población estudiada. Se recomienda llevar a cabo programas educativos, encontrar alternativas para la suplementación efectiva con Acido Fólico a las mujeres en período periconcepcional y considerar el programa de fortificación de alimentos con éste nutriente.

REFERENCIAS

1. Bailey L, Moyers S, Gregory III J. Folatos. En: Bowman B, Russell R (eds). *Conocimientos Actuales sobre Nutrición*. 8ª ed. OPS, ILSI. Publicación Científica y Técnica N° 592. Washington DC 2003.
2. Olivares AB, Ros G, Bernal MJ, Martínez C; Periago MJ. Estimación de la ingesta y necesidades de enriquecimiento de folatos y ácido fólico en alimentos. *Arch Latinoam Nutr* 2005; 55 (1): 5-14.
3. MRC Vitamin Study Research Group – Prevention of neural tube defects – Results of the Medical Research Council Vitamin Study. *Lancet* 1991; 338 131-137.
4. Eichholzer M, Tonz O, Zimmermann R. Folic acid: a public-health challenge. *The Lancet* 2006; 367 (9519):1352-1361
5. Bailey LB, Berry RJ. Folic acid supplementation and the occurrence of congenital heart defects, orofacial clefts, multiple births and miscarriage. *Am J Clin Nutr* 2005; 1213S-1217S.
6. Tagliaferro ZA. Estudio socioecológico de la mortalidad en un territorio. Uso de plaguicidas y patologías concomitantes: cáncer y malformaciones congénitas (tesis doctoral). Universidad de Zaragoza, España; 2006.
7. Méndez-Castellano H, Méndez MC: *Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano*. Caracas: FUNDACREDESA; 1994, p. 1-206.
8. O'Broin S, Kelleher B. Microbiological assay on microtitre plates of folate in serum and red cells. *J Clin Pathol* 1992;45:344-7.
9. Molloy A, Scott J. Microbiological assay for serum, plasma, and red cell folate using cryopreserved, microtiter plate method. *Methods Enzymol* 1997;281:43-53.
10. García-Casal M.N.; Osorio C., Landaeta M, Leets I, Matus P, Fazzino, Marcos E. High prevalence of folic acid and vitamin B 12 deficiencies in infants, children, adolescents and pregnant Women in Venezuela. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59:1064-1070.
11. Suárez T., Torrealba M., Villegas M., Osorio C, García-Casal M.N. Deficiencias de hierro, ácido fólico y vitamina B 12 en relación a anemia en adolescentes de una zona con alta incidencia de malformaciones congénitas en Venezuela. *Arch Latinoam Nutr* 2005; 55 (2):118-123.
12. García-Casal MN, Landaeta-Jimenez M, Osorio C, Leets I, Matus P, Fazzino F, Marcos E. Ácido fólico y vitamina B12 en niños, adolescentes y mujeres embarazadas de Venezuela. *An. Ven. Nutr.* 18(2): 145-154 (2005).
13. Ministerio de Salud y Asistencia Social. Instituto Nacional de Nutrición INN. *Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico, Revisión 1999*. Publicación N° 52. Serie de Cuadernos Azules. Caracas Venezuela.
14. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP. *Tabla de Composición de alimentos de Centroamérica*. Dispo-

- nible en: www.tabladealimentos.net/tca/ Consultada: Octubre-Noviembre 2008
15. United States Department of Agriculture, USDA. National Nutrient Database for Standard Reference. Disponible en: www.ars.usda.gov/services/docs.htm?docid=8964
 16. Instituto Nacional de Nutrición INN. Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la población Venezolana. Caracas, Venezuela. Publicación N° 52. Serie Cuadernos Azules. Revisión 2000.
 17. Wartanowicz M, Ziemlanski S, Bilhak J, Konopla L. Assessment of nutritional folate status and selected vitamin status of women of childbearing age. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55, 743-747.
 18. Planneis E, Sanchez C, Montellano M, Mataix J, Llopis J. Vitamin B6, B12 and folate status in adult Mediterranean population. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57: 777-785
 19. Ronnenberg AG, Goldman MB, Aitken IW, Xu X. Anemia and deficiencies of folate and vitamin B-6 are common and vary with season in Chinese women of childbearing age. *J. Nutr* 2000; 130 (11): 2703-10.
 20. House JD, March SB, Ratnam MS, Crowley M, Friel JK. Improvements in the status of folate and cobalamin in pregnant Newfoundland women are consistent with observed reductions in the incidence of neural tube defects. *Can J Public Health* 2006; 97, Iss 2, p. 132-5
 21. Rodríguez S, Blanco A, Cunningham L, Ascencio M, Chávez M, Muñoz L. Prevalencia de las anemias nutricionales de mujeres en edad fértil. Costa Rica. Encuesta nacional de nutrición, 1996. *Arch Latinoam Nutr* 2001; 51(1) suppl 51: 19-24
 22. Martí Carvajal A, Peña G, Comunian G, Muñoz S. Prevalence of Anemia during Pregnancy: Results of Valencia (Venezuela) Anemia during pregnancy Study. *ALAN* 2002; 52 (1): 5-11
 23. Apitz-Castro R, García A, Niño C, López F, Fernandez A, Tablante A, Valero J. La deficiencia de ácido fólico en la población venezolana: sugerencias para su corrección a corto plazo. *VITAE. Academia Biomédica Digital*. N° 19. Abril-Junio 2004. Disponible en www.caibco.ucv.ve/caibco/vitae/VitaeDiecinueve/articulos/Bioquímica/ArchivosHTML/Introduc.htm Consultado el 7 Sept 2009
 24. García-Casal MN, Leets I, Bracho C, Hidalgo M, Bastidas G, Gomez A, Peña A, Perez H. Prevalence of anemia and deficiencies of iron, folic acid and vitamin B12 in an Indian community from the Venezuelan Amazon with a high incidence of malaria. *Arch Latinoam Nutr* 2008; 58(1): 12-18.
 25. Peña E., Sánchez A., Portillo Z, Solano L. Evaluación dietética de adolescentes embarazadas durante el primer, segundo y tercer trimestre. *Arch Latinoam Nutr* 2003; 53 (2):133-140.
 26. De Bree A, van Dusseldorp M, Brouwer IA, van het Hof KH, Steegers-Theunissen RP. Folate intake in Europe: recommended, actual and desired intake. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51 (10)643-60.
 27. Boddie A, Dedlow R, Nekashi J, Opalko J, Kauwel G, Gregory J et al. Folate absorption in women with a history of neural tube defect-affected pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2000; 72 (1):154-8
 28. Stover P. One-carbon metabolism-genome interactions in folate-associated pathologies. *J. Nutr* 2009; 139 (12):2402-2405.
 29. Botto LD, Moore CA, Khoury MJ, Erickson E. Neural tube defects. *N Engl J Med* 1999; 341:1509-17
 30. Berry RJ, Li Z, Li Z, Erickson JD, Li S, Moore CA, Wang H, Mulinare J, Zhao P, Wong LC, Gindler J, Hong S, Correa A. Prevention of neural tube defects with folic acid in China. *N Engl J Med* 1999; 341(20):1485-90
 31. Stevenson RE, Allen WP, Pai S, Best R, Seaver LH, Dean J, Thompson S. Decline in prevalence in neural tube defects in a high risk region of the United States. *Pediatrics* 2000; 106: 677-83.
 32. Honein M.A, Paulozzi LJ, Mathews TJ, Erickson JD, Wong L.Y. Impact of folic acid fortification of the US food supply and the occurrence of neural tube defects. *JAMA* 2001; 285 (23): 2981-6.
 33. Ray J. Efficacy of Canadian folic acid food fortification. *Food Nutr Bull* 2008; 29(2 Suppl):S225-230.
 34. Hertrampf E, Cortes F. National food –fortification program with folic acid in Chile. *Food Nutr Bull* 2008 ; 29(2) Suppl 1; S231-237
 35. MSDN, OPS, UNFPA. Norma oficial para la atención integral de la salud sexual y reproductiva. Tomo I y II. Lineamientos para la promoción y el desarrollo de la salud sexual y reproductiva. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Caracas Venezuela 2003.
 36. Smith D, Kim YI, Refsum H. Es folic acid good for everyone? *Am.J.Clin.Nutr* 2008; 87:517-33.
 37. Osterhues A, Holzgreve W, Michels K. Shall we put the world on folate? *The Lancet* 2009; 374 (9694): 959-961.
 38. Fundacredesa, UNICEF. Estudio Impacto del enriquecimiento de las harinas con hierro y vitamina A en la población venezolana. Ministerio de la Secretaría. FUNDACREDESA 1998:121
 39. Meertens L, Solano L, Sánchez A. Hemoglobina, Ferritina y Zinc sérico de mujeres en edad reproductiva. Su asociación con el uso de anticonceptivos. *An Ven Nutr* 2002; 15 (1):5-10.
 40. Fundacredesa. Estudio integral de la mujer embarazada. Caracas 2002: 273-466.
 41. Boccio J, Páez MC, Zubillaga M, Salgueiro J, Goldman C, Barrado D, Martínez M, Weill R. Causas y Consecuencias de la deficiencia de hierro sobre la salud humana. *Arch Latinoam Nutr* 2004; 54 (2): 165-173.
 42. Landaeta M, García MN, Bosch V. Principales deficiencias de micronutrientes en Venezuela. *Rev Esp Nutr Comunit* 2003; 9 (3):117-127.

Recibido: 11-02-2010

Aceptado: 23-04-2010

Efectividad del índice de masa corporal en el diagnóstico nutricional de las gestantes adolescentes

Ingrid Rached-Paoli, Gladys Henriquez-Pérez

Centro de Atención Nutricional Infantil Antimano (CANIA). Caracas – Venezuela.

RESUMEN. Con el fin de analizar la capacidad diagnóstica del estado nutricional de diferentes criterios de clasificación basados en el índice de masa corporal y evaluar su efectividad se estudiaron 367 gestantes adolescentes, sanas, en el primer trimestre de gestación, de estrato socioeconómico IV, entre octubre 1999 y diciembre 2008. Se aplicaron dos metodologías para la clasificación nutricional: 1. Diagnóstico nutricional integral (patrón de oro), 2. Índice de masa corporal (IMC) utilizando valores de referencia nacionales: Proyecto Venezuela y Estudio Transversal de Caracas, e internacionales: Frisancho y OMS 2006. Se calcularon concordancias, kappa, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, razón de verosimilitud positiva y negativa e índice Youden. El porcentaje de gestantes eutróficas según patrón de oro e IMC osciló entre 62,4% y 80,6%. En el rango de déficit, Frisancho resultó el más efectivo con kappa: 0,80, sensibilidad: 87,3%; especificidad: 94,8%; razón de verosimilitud positiva: 16,9 y negativa: 0,13; índice Youden: 0,82. En el rango de exceso Frisancho y Estudio Transversal de Caracas resultaron los más efectivos, índice Youden 0,86 y 0,83, respectivamente. Según estos resultados Frisancho resultó el mejor criterio para diagnosticar malnutrición por déficit en gestantes. Todas las referencias tienen una capacidad diagnóstica adecuada en el rango de exceso, siendo los mejores Frisancho y Estudio Transversal de Caracas. Se recomienda el uso de dichos valores de referencia para optimizar la eficacia del indicador IMC en el diagnóstico de malnutrición por déficit y por exceso en gestantes adolescentes en el primer trimestre de la gestación en poblaciones con características similares.

Palabras clave: Embarazada, adolescente, antropometría, índice de masa corporal, criterios.

INTRODUCCION

La adolescencia es un período de aceleración del crecimiento caracterizado por modificaciones morfológicas y fisiológicas, considerada como una etapa de riesgo nutricional el cual se incrementa al asociarse una gestación,

SUMMARY. Effectiveness of the Body Mass Index in the nutritional diagnosis of pregnant adolescents. The purpose of this study was to analyze the diagnostic capacity of different classification criteria based on Body Mass Index in the assessment of nutritional status and to evaluate their effectiveness. The sample comprised 367 healthy pregnant adolescents in their first trimester of gestation, from a socioeconomic level IV, between Oct. 1999 and Dec. 2008. Two methodologies were applied for the nutritional classification: 1. Integral nutritional diagnosis (gold standard), and 2. Body Mass Index (BMI), using local reference values: Proyecto Venezuela and the Transversal Study of Caracas, and international reference values: Frisancho and WHO 2006. Concordances, kappa, sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, positive and negative likelihood ratios, and the Youden index were calculated. According to the gold standard and BMI, the percentage of well-nourished pregnant women ranged between 62.4% and 80.6%. Within the deficit range, Frisancho was the most effective with kappa: 0.80; sensitivity: 87.3%; specificity: 94.8%; positive likelihood ratio: 16.9, and negative likelihood ratio: 0.13; Youden index: 0.82. Within the excess range, Frisancho and the Transversal Study of Caracas were the most effective with Youden index: 0.86 and 0.83, respectively. These results revealed that Frisancho was the best criterion to diagnose malnutrition in deficit in pregnant women. All references have an adequate diagnostic capacity for the excess range, of which Frisancho and the Transversal Study of Caracas are the best. We recommend using such reference values to optimize the efficiency of the BMI indicator in diagnosing malnutrition in deficit and in excess in the first trimester of gestation in pregnant adolescents within populations with similar characteristics.

Key words: Pregnant, anthropometry, tennage, body mass index, classification criteria.

por lo que resulta esencial evaluar y categorizar nutricionalmente, de manera correcta, a las adolescentes embarazadas (1-3).

En este sentido, es necesario destacar que esta situación de riesgo varía según la etapa de la adolescencia en que se encuentran estas gestantes, de allí que sus implicaciones respecto a las características corporales y funcionales deben ser tomadas en cuenta para el cálculo de sus requerimientos nutricionales y para la evaluación del curso normal de su crecimiento en esta fase (3-5).

Una forma de llevar esto a la práctica es calcular en las

Esta investigación fue subvencionada por el Centro de Atención Nutricional Infantil Antimano (CANIA).

adolescentes la edad ginecológica definida como “el tiempo transcurrido entre la edad de la menarquia y el embarazo actual”, ya que dicho grupo alcanza su madurez fisiológica aproximadamente 4 años después de la menarquia, posterior a lo cual no se producen mayores cambios en la talla, variable utilizada para el cálculo del IMC (4).

El índice de masa corporal (IMC), también llamado índice de Quetelet, es un indicador mixto, elaborado a partir de variables que miden dimensiones corporales globales como son el peso y la talla (6). Este índice es una medida de peso corregida para la talla (P/T^2), con alta independencia de la talla y según muchos autores, es un buen indicador de la grasa corporal total (7).

En líneas generales el IMC se aplica en la clasificación del estado nutricional, por déficit o por exceso (8), ya que el hecho de reflejar reservas corporales energéticas permite identificar la presencia de obesidad y de deficiencia energética crónica en adultos (9). Lo expuesto anteriormente explica que el IMC haya sido muy utilizado en la categorización del estado nutricional pre-concepcional (10) y en las embarazadas, tanto para la clasificación de su estado nutricional al inicio de la gestación, como para el monitoreo nutricional a lo largo de la misma (11).

En la práctica clínica se ha demostrado que la aplicación de los valores del índice de masa corporal recomendados por el Instituto de Medicina (10) y los utilizados por Atalah (12) según edad gestacional para categorizar gestantes adultas, así como los rangos recomendados por la FAO/OMS (13) para la clasificación del estado nutricional de mujeres adultas, no deben ser utilizados para la clasificación nutricional de las adolescentes. Esto se ha considerado resultado de las diferencias existentes, tanto en el IMC como en aquellos indicadores que miden composición corporal, para cada año de edad en este grupo vulnerable.

Múltiples estudios han demostrado que los cambios de las variables e indicadores antropométricos en adolescentes de ambos sexos se deben principalmente al ritmo de maduración: acelerado, promedio o tardío, el cual se encuentra bajo un control genético y es en el período puberal cuando se acentúan las variaciones biológicas normales (14-16). Además, se han señalado diferencias altas y significativas en el IMC entre los maduradores tempranos y tardíos (17).

Para categorizar el estado nutricional antropométrico, a través del IMC, en mujeres adolescentes se dispone de varios valores de referencia de dicho indicador, entre los que se encuentran: Proyecto Venezuela (PVZ) (18), Estudio Transversal de Caracas (ETC) (19), ambos nacionales; Frisancho R (20) derivado del primero y segundo estudio nacional de salud y nutrición (NHANES I y II), y OMS 2006 (21) de uso internacional; sin embargo, ninguno de ellos ha sido validado

en la clasificación antropométrica de las gestantes adolescentes al inicio del embarazo.

Las dificultades señaladas con relación al uso del IMC en adolescentes gestantes y la diversidad de valores de referencia para la aplicación de este indicador, unido a la importancia de la categorización del estado nutricional en este grupo vulnerable condujo al diseño de una investigación con los siguientes objetivos:

Analizar la capacidad diagnóstica de cuatro valores de referencia basados en el IMC para la categorización del estado nutricional de gestantes adolescentes.

Analizar la efectividad de los valores de referencia considerados.

MATERIALES Y METODOS

El diseño es de tipo observacional, transversal, explicativo y comparativo.

De un total de 568 embarazadas adolescentes, con edades comprendidas entre 12 y 18 años, evaluadas en la consulta “Atención nutricional de la embarazada” en el Centro de Atención Nutricional Infantil Antímamo (CANIA) (22), entre octubre de 1999 y diciembre de 2008, se seleccionaron para ingresar al grupo de estudio ($n = 367$) aquellas que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: edad < 18 años, embarazo simple, ausencia de patología asociada, edad gestacional < 13 semanas según fecha de última regla (FUR) validada por el ecosonograma obstétrico, donde la diferencia entre ambos métodos para el cálculo de la edad gestacional no podía ser mayor de 2 semanas. Todas ellas pertenecían al estrato socioeconómico IV de Graffar modificado para Venezuela (23). La clasificación nutricional de las gestantes se hizo aplicando dos metodologías: la primera, el diagnóstico nutricional integral (DNI) fundamentada en indicadores clínicos, antropométricos, dietéticos y bioquímicos según metodología previamente establecida (24); considerando las siguientes categorías nutricionales: desnutrición actual, riesgo de desnutrición, eutrófica, sobrepeso y obesidad. Este método constituyó el patrón de oro. La segunda consistió en la utilización del IMC aplicando los valores de referencia en estudio: - nacionales: Proyecto Venezuela (18) y Estudio Transversal de Caracas (19); e - internacionales: Frisancho R (20) y OMS 2006 (21), dichos valores están determinados por percentiles desagregados según grupos de edad y sexo, estableciendo la siguiente clasificación antropométrica:

Categorías nutricionales según valores de referencia y puntos de corte

Clasificación nutricional	Criterios de clasificación			
	Nacionales PVZ	ETC	Internacionales Frisancho	OMS 2006
Desnutrición actual	≤ p3	≤ p3	≤ p5	≤ p5
Riesgo de desnutrición	> p3 - ≤ p10	> p3 - ≤ p10	> p5 - ≤ p15	> p5 - ≤ p10
Eutrófico	> p10 - ≤ p90	> p10 - ≤ p90	> p15 - ≤ p75	> p15 - ≤ p85
Sobrepeso	> p90 - ≤ p97	> p90 - ≤ p97	> p75 - ≤ p85	> p85 - ≤ p95
Obesidad	> p97	> p97	> p85	> p95

ETC = Estudio transversal de Caracas, PVZ = Proyecto Venezuela

Con fines estadísticos estas cinco categorías nutricionales se reagruparon en tres: a) malnutridos por déficit: al unir la desnutrición actual y el riesgo de desnutrición, b) eutróficos y c) malnutridos por exceso: al unir el sobrepeso y la obesidad.

El IMC se calculó sobre la base del peso y la talla medidos en el primer trimestre de la gestación. Las medidas antropométricas fueron realizadas por técnicos antropometristas previamente estandarizados siguiendo las normas recomendadas por el Programa Biológico Internacional (25). Los errores de medición intra e interobservador se señalan a continuación:

Tipo de error	Peso	Talla
Intra observador	0,0395	0,0477
Inter observador	0,0457	0,0321

Los valores reportados están en el valor mínimo del rango aceptado (26).

Para el análisis estadístico descriptivo se aplicó distribución de frecuencias por etapas de la adolescencia según OMS (27), edad ginecológica y categoría nutricional con base en el DNI y cada uno de los criterios de clasificación según IMC analizados.

Para el análisis de la efectividad del indicador se aplicó análisis de concordancias entre el DNI (patrón de oro) con cada uno de los criterios de clasificación según IMC analizados, índice kappa (K) y error estándar (EE) (28). Con base en tablas de contingencia de 2 x 2 se estudió la sensibilidad (S) especificidad (E) y valores predictivos positivo (VP+) y negativo (VP-) del patrón de oro con cada valor de referencia y puntos de corte utilizados. Se aplicó también las razones de verosimilitud positiva (RVP) y negativa (RVN) y el índice de Youden (29). El procesamiento de los datos se realizó con el programa SPSS (Versión 12.0).

RESULTADOS

La distribución del grupo de estudio según año de edad fue la siguiente: 0,8% (n = 3) 12 años, 1,1% (n = 4) 13 años, 6,0% (n = 22) 14 años, 12,0% (n = 47) 15 años, 19,1% (n = 70) 16 años, 25,9% (n = 95) 17 años y 34,3% (n = 126) de 18 años de edad. La edad promedio fue de $16,6 \pm 1,35$ años.

Según etapas de la adolescencia el grupo estuvo conformado por 1,9% adolescentes tempranas, 37,9% intermedias y 60,2% tardías.

La clasificación del grupo de estudio según edad ginecológica evidenció: 33,1%, tuvieron una EG ≤ 3 años, quedando distribuidas de la siguiente manera: 2,8% ≤ 1 año, 11,0% ≤ 2 años y 19,3% ≤ 3 años.

La frecuencia de cada categoría nutricional según el diagnóstico nutricional integral y los diferentes criterios de clasificación analizados se señala en la Tabla 1. El porcentaje de gestantes eutróficas cuando se utilizó el DNI (patrón de oro) fue 66,2%, mientras que según el IMC osciló entre 62,4% y 80,6%.

Aunque se probaron otros puntos de corte para el diagnóstico de malnutrición por déficit y por exceso con cada uno de los cuatro valores de referencia analizados, los percentiles que resultaron con mejor capacidad diagnóstica para este grupo de estudio fueron los señalados en la tabla "Categorías nutricionales según valores de referencia y puntos de corte" que se encuentra en materiales y métodos.

Las Figuras 1 y 2 señalan las concordancias y no concordancias entre el DNI (patrón de oro) y los criterios de clasificación del IMC en el rango de déficit y exceso, respectivamente. En el rango de déficit el percentil 15 de Frisancho tuvo la mayor concordancia (93,2%) con el patrón de oro (kappa 0,80) y en la malnutrición por exceso el percentil 90 de PVZ presentó la concordancia más alta (90,0%) (kappa 0,83).

En las Tablas 2 y 3 se observan los resultados de sensibilidad, especificidad valores predictivos positivo y negativo, índice de Youden y razones de verosimilitud positiva y negativa de cada uno de los criterios de clasificación

analizados en el rango de déficit y de exceso, respectivamente. En el rango de déficit, Frisancho resultó el más efectivo con kappa: 0,80, sensibilidad: 87,3%; especificidad: 94,8; razón de verosimilitud positiva: 16,9 y negativa: 0,13; índice de Youden: 0,82. De igual manera, en el rango de exceso

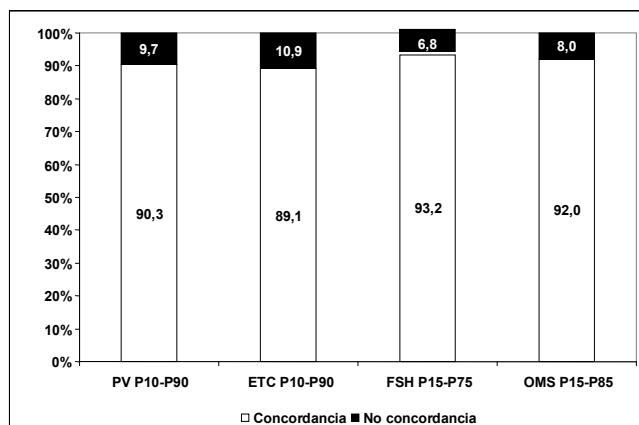
Frisancho resultó tener la mejor capacidad diagnóstica con sensibilidad: 97,7%; especificidad: 88,4%; razón de verosimilitud positiva: 8,4 y negativa: 0,03; índice de Youden: 0,86; seguido por ETC con valores: 90,7%; 92,3%; 11,8; 0,10 y 0,83 para los estadísticos anteriores.

TABLA 1
Frecuencia de las categorías nutricionales según el diagnóstico integral (patrón de oro) y los diferentes criterios de clasificación del IMC

Categoría Nutricional	DNI*		PVZ**		Índice de masa corporal ETC***		Frisancho		OMS 2006	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
	Desnutrición clínica	63	17,2	8	2,2	1	0,3	23	6,3	14
Riesgo de desnutrición	18	4,9	26	7,1	31	8,4	44	12,0	9	2,5
Eutrófica	243	66,2	296	80,6	276	75,2	229	62,4	296	80,6
Sobrepeso	29	7,9	27	7,4	41	11,2	47	12,8	34	9,3
Obesidad	14	3,8	10	2,7	18	4,9	24	6,5	14	3,8
Total	367	100,0	367	100,0	367	100,0	367	100,0	367	100,0

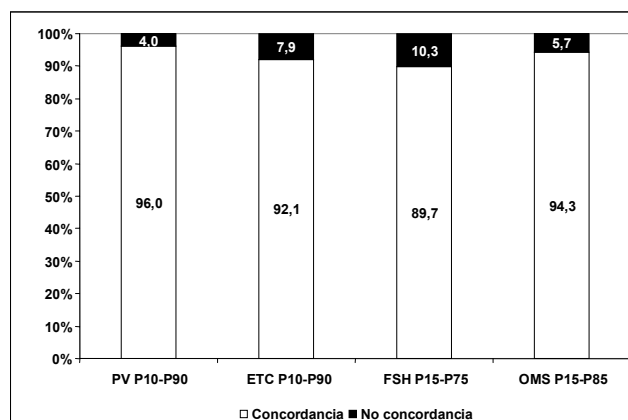
* DNI = Diagnóstico nutricional integral, **PVZ = Proyecto Venezuela, ***ETC = Estudio Transversal de Caracas

FIGURA 1
Concordancia y no concordancia entre el DNI (patrón de oro) y los criterios de clasificación del IMC en el rango de déficit



Kappa ± EE
 PVZ P10-P90: 0,63 ± 0,063
 ETC P10-P90: 0,60 ± 0,066
 FSH P15-P75: 0,80 ± 0,043
 OMS 2006 P15-P85: 0,74 ± 0,050

FIGURA 2
Concordancia y no concordancia entre el DNI (patrón de oro) y los criterios de declasificación del IMC en el rango de exceso



Kappa ± EE
 PVZ P10-P90: 0,83 ± 0,049
 ETC P10-P90: 0,72 ± 0,055
 FSH P15-P75: 0,68 ± 0,055
 OMS 2006 P15-P85: 0,78 ± 0,052

TABLA 2
Sensibilidad, especificidad, concordancia, valor predictivo positivo y negativo, índice de Youden y razón de verosimilitud positiva y negativa de los criterios de clasificación del IMC en el rango de déficit

Criterios de clasificación	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	Youden	RVP	RVN
Proyecto Venezuela	52,4	99,6	97,1	89,6	0,52	135,1	0,48
Estudio Transversal de Caracas	49,2	99,6	96,9	88,2	0,49	118,6	0,51
Frisancho	87,3	94,8	82,1	96,5	0,82	16,9	0,13
OMS 2006	73,0	96,8	85,2	93,4	0,70	22,8	0,28

S = sensibilidad, E = especificidad, VPP = valor predictivo positivo, VPN = valor predictivo negativo; RVP = razón de verosimilitud positiva, RVN = razón de verosimilitud negativa

TABLA 3
Sensibilidad, especificidad, concordancia, valor predictivo positivo y negativo, índice de Youden y razón de verosimilitud positiva y negativa de los criterios de clasificación del IMC en el rango de exceso

Criterios de clasificación	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	Youden	RVP	RVN
Proyecto Venezuela	79,1	98,9	91,9	96,6	0,78	68,5	0,21
Estudio Transversal de Caracas	90,7	92,3	66,1	98,4	0,83	11,8	0,10
Frisancho	97,7	88,4	59,2	99,6	0,86	8,4	0,03
OMS 2006	86,1	95,7	77,1	97,6	0,82	18,8	0,15

S = sensibilidad, E = especificidad, VPP = valor predictivo positivo, VPN = valor predictivo negativo; RVP = razón de verosimilitud positiva, RVN = razón de verosimilitud negativa

DISCUSION

El valor promedio de la tendencia en la prevalencia de gestantes adolescentes eutróficas según el DNI (patrón de oro) se ha mantenido en el Centro de Atención Nutricional Infantil Antimano desde 1998 hasta la actualidad en 63,4%, registrando un valor máximo 72,1% en 2003 y uno mínimo de 50,4% en 2008.

La cifra de prevalencia de eutróficas reportada en esta investigación resultó superior a la especificada en otros estudios nacionales como el de Salud integral de la mujer embarazada”, año 2002 (30) por la Fundación para el Estudio del Crecimiento y Desarrollo Humano (Fundacredesa) (62,4%) y el de Sánchez y col (58,3%) (31) en el mismo año; no se dispone de cifras nacionales oficiales del estado nutricional de este grupo vulnerable.

La prevalencia de eutróficas en el estudio, también supera la reportada por dos investigaciones internacionales (32,33).

Las diferencias metodológicas en el diagnóstico entre los diversos estudios, aunado al reporte conjunto del estado nutricional de embarazadas adolescentes y adultas (31,33)

podrían amplificar estas variaciones, al margen de verdaderas desigualdades en las prevalencias locales.

El análisis de la capacidad diagnóstica para la categorización de gestantes adolescentes malnutridas por déficit demostró que de los cuatro valores de referencia estudiados, los de Frisancho tuvieron la mejor probabilidad de identificar las embarazadas adolescentes malnutridas por déficit, debido en particular a los resultados de S, índice de Youden, RVP y RVN que garantizan una identificación apropiada de las verdaderas gestantes desnutridas.

La alta concordancia encontrada entre la clasificación por dicha referencia y el DNI es de suma importancia, debido a que no existe un indicador único ideal para la identificación de la malnutrición por déficit, de modo que este resultado otorga un valor adicional a su uso en ambientes clínicos.

La certeza de disponer de una herramienta diagnóstica de efectividad demostrada para la identificación precoz de situaciones de déficit es de gran valor ya que permite una intervención nutricional oportuna para lograr un incremento de peso adecuado y prevenir los efectos deletéreos de un estado nutricional materno deficitario sobre el producto de la

gestación y el desarrollo infantil (34), como son: incidencia alta de peso bajo al nacer, incremento de la tasa de mortalidad neonatal, retardo o detención del crecimiento y riesgo de déficit psicomotor posterior (35,36).

Por otra parte, también se puede considerar que la aplicación efectiva de este indicador permite hacer prevención de enfermedades crónicas de la edad adulta, debido a la asociación, definitivamente establecida, por múltiples estudios realizados en diferentes poblaciones en los últimos años, entre la existencia de peso bajo al nacer o peso bajo para edad gestacional y el desarrollo de estas patologías, fundamentado en lo que se ha denominado “Programación fetal de las enfermedades de la edad adulta” (37-39).

En el rango de exceso, los resultados de los índices estudiados unido a la buena concordancia (89,7% - 96,0%) entre el diagnóstico nutricional integral y los cuatro valores de referencia analizados corroboran la alta probabilidad de una categorización correcta de las embarazadas adolescentes con sobrepeso y obesidad con la aplicación de cualquiera de los valores de referencia estudiados.

La malnutrición por exceso durante la gestación es un factor de riesgo sobre el producto de la concepción, debido a una mayor prevalencia de mortalidad perinatal e infantil (11); así mismo, la presencia de fetos macrosómicos condiciona alteraciones en el trabajo de parto y mayor frecuencia de cesáreas (40).

Por otra parte, la obesidad pre-concepcional provoca aumento de enfermedades maternas como: preeclampsia, eclampsia, dislipidemias y diabetes mellitus (40,41), de allí la importancia de realizar un diagnóstico nutricional adecuado que permita la intervención eficaz en esta área, cuyo objetivo es prevenir las complicaciones antes mencionadas.

Por tanto, como en el caso de situaciones de déficit resulta conveniente disponer de una herramienta segura para la identificación precoz de estas mujeres e iniciar la intervención nutricional correspondiente de manera oportuna.

Se puede concluir que los valores de referencia de Frisancho son los mejores para diagnosticar el estado nutricional de gestantes malnutridas por déficit. Todas las referencias tienen una capacidad diagnóstica adecuada en el rango de exceso, siendo los mejores Frisancho y Estudio Transversal de Caracas. Se recomienda el uso de dichos valores de referencia para optimizar la eficacia del indicador IMC en el diagnóstico de malnutrición por déficit y por exceso en el primer trimestre de la gestación, en gestantes adolescentes en poblaciones con características similares. Es necesario el análisis del efecto de distintos puntos de corte en el rango de déficit sobre la efectividad del indicador con las mismas referencias.

REFERENCIAS

1. Peña E, Sánchez A, Solano L. Perfil de riesgo nutricional en la adolescente embarazada. *Arch Latinoam Nutr.* 2003;53(2):141-49.
2. García-Narváez ME, Dini-Golding E. Alimentación en la adolescencia. En: *Nutrición en pediatría.* 2ª ed. ampl. Caracas: Empresas Polar: CANIA. 2009. p.323-44.
3. Feigelman S. Crecimiento, desarrollo y conducta. En: Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF, editores. *Nelson Tratado de Pediatría.* 18ª ed. Amsterdam: Elsevier; 2009. p. 33-74.
4. Frary CD, Johnson RK. Energy. In: Kathleen-Mahan L, Escott-Stump S, editores. *Krause's Food & Nutrition Therapy.* 12 ed. Canada: Elsevier; 2008. p. 22-38.
5. Stang J. Nutrition in adolescencia. In: Kathleen-Mahan L, Escott-Stump S, editores. *Krause's Food & Nutrition Therapy.* 12 ed. Canada: Elsevier; 2008. p. 246-68.
6. Ávila-Rosas H. Evaluación del estado de nutrición. En: Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur A, Arroyo P, editores. *Nutriología médica.* Buenos Aires: Médica Panamericana; 1995. p. 470-538.
7. Henríquez Pérez G, Hernández de Valera Y, Correa C. Evaluación nutricional antropométrica. En: López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, editores. *Manual de crecimiento y desarrollo.* Caracas: FUNDACREDESA, Serono; 1991. p.16-23.
8. World Health Organization. “Physical status: the use and interpretation of anthropometry”. Geneva: WHO; 1995. p. 37-120.
9. Monterrey-Gutiérrez P, Porrata-Maury C. Procedimiento gráfico para la evaluación del estado nutricional de los adultos según el índice de masa corporal. *Rev Cubana Aliment Nutr.* 2001;15(1):62-7.
10. Institute of Medicine. Subcommittee of nutritional status and weight. Gain during pregnancy. *Nutrition during pregnancy.* Pat 1: Weight gain and nutrient supplements. Washington: National Academy Press; 1990. 468 p.
11. World Health Organization. Memoranda/Memorandums. Maternal anthropometry for prediction of pregnancy outcomes: Memorandum from a USAID/WHO/PAHO/Mother care meeting. 1991;69(5):523-32.
12. Atalah E, Castillo C, Castro R, Aldea A. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional en embarazadas *Rev Med Chil.* 1997;125:1429-36.
13. Shetty PS, James WPT. Body mass index: a measure of chronic energy deficiency in adults. *FAO Food and Nutrition Paper,* 56. Rome: FAO, 1994:17-9.
14. Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco. Maduración sexual y ósea según ritmo en niños y jóvenes del estudio longitudinal de Caracas. *An Venez Nutr.* 2000;13(1):188-95.
15. Méndez-Castellano H, López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, González-Tineo A, Pereira I. Estudio Transversal de Caracas. *Arch Ven Puer Pediatr.* 1986;49(3y4):112-55.
16. López Contreras-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Estudio longitudinal mixto del área metropolitana de Caracas. *Arch Ven Puer Pediatr.* 1986;49(3y4):156-71.

17. López-Blanco M, Espinoza I, Macías-Tomei C, Blanco-Cedres L. Maduración temprana: factor de riesgo sobrepeso y obesidad durante la pubertad. *Arch Latinoam Nutr.* 1999;49:13-9.
18. Índice de Masa Corporal: media y percentiles, según muestra nacional. FUNDACREDESA PROYECTO VENEZELA – División de Investigaciones Biológicas- Departamento de Auxología – Ciencias y Técnicas Auxiliares (1981 -1987). Material no publicado.
19. Índice de Masa Corporal. Percentiles del peso/talla² x 10. Estudio Transversal de Caracas. 1976. Edades 0 – 18 años. Material no publicado.
20. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. United States of America: The University of Michigan Press; 1993. 168 p.
21. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Paris: WHO; 2006. 312 p.
22. Bol Nutr Infantil CANIA. 1998; (1):1.
23. Méndez-Castellano H, Méndez MC. Sociedad y Estratificación. Método Graffar Méndez-Castellano. Caracas: FUNDACREDESA; 1994. p. 1-206.
24. Rached-Sosa-Paoli I, Santos-Gouveia C. Evaluación y manejo nutricional en la mujer embarazada. En: Nutrición en pediatría. 2ª ed. Ampl. Caracas: Empresas Polar: CANIA. 2009. p.181-218.
25. Tanner JM, Hiernaux J, Jarman S. Growth and physique studies. In: Weiner JS, Lourie JA. Human biology: A guide to field methods, editors. Oxford: Blackwell Scientific; 1969. p. 1-76.
26. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr.* 1999;82:165-77.
27. Programa de Orientación en Salud Adolescente para Proveedores de Salud. Parte I: Planificación y Preparación. Organización Mundial de la Salud, Departamento de Salud y Desarrollo del Niño y el Adolescente. Disponible en: http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc. (Citado 04 jun 2010).
28. Landis J, Koch G. The Measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1997;33:159-174.
29. Ávalos O. Las pruebas diagnósticas. Su aplicación en los estudios epidemiológicos. *Nefrología.* 2000;XX(5):403-407.
30. Salud integral de la mujer embarazada. 2001–2002. Caracas: Fundacredeasa. p. 429-80. Material no publicado.
31. Sánchez Jaeger A, Peña Perdomo E, Solano Rodríguez L, García A. Riesgo de déficit nutricional antropométrico en el primer trimestre del embarazo. *An Venez Nutr.* 2002;15(1):25-30.
32. Frías Paz DK. Alteraciones del estado nutricional en adolescentes de Marapa. *Rev Facult Med.* 2005;6(1):S22-27.
33. Fujimon E, Nuñez de Cassana LM, Cornbluth S, Vianna de Oliveira IM, Guerra-Shinohara EM. Evolución del estado nutricional de embarazadas atendidas en la red básica de salud, Santo Andre, Brasil. *Rev Latino-am Enfermagem.* 2001;9(3):64-9.
34. De Valder SR, Neeley HL, Myles TD, Leet TL. Evaluation of gestational weight gain guidelines for women with normal prepregnancy body mass index. *Obstet Gynecol.* 2007;110:745-51.
35. Schieve LA, Cogswell ME, Scanlon KS, Perry G, Ferre C, Blackmore-Prince C, et al. Prepregnancy body mass index and pregnancy weight gain: associations with preterm delivery. *Obstet Gynecol.* 2000;96:194-200.
36. Alimentación de la embarazada. En: Instituto Nacional de Nutrición; Ministerio de Salud y Desarrollo Social; Organización Panamericana de la Salud. Alimentación y nutrición en grupos vulnerables: alimentación y nutrición en la mujer. Caracas: Instituto Nacional de Nutrición; 2002. p.26-39. Serie Nutrición Comunitaria.
37. Kajantie. Early-life events. Effects on aging. *Homones.* 2008;7(2)101-13.
38. Godfrey KM, Barrer DJP. Fetal nutrition and adult disease. *Am J Nutr.* 2007;71:S1344-52.
39. Silveria PP, Portella AK, Goldani MZ, Barbieri MA. Developmental origins of health and disease (DOHaD). *J Pediatr (Rio J).* 2007;83(6):494-504.
40. Guelinckx I, Devlieger R, Beckers K, Vansant G. Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obesity Rev.* 2008;9:140-150
41. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Obesity, reproduction, and pregnancy outcomes. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:918-27.

Recibido: 17-12-2009

Aceptado: 16-06-2010

Association of dyslipidemia with intakes of fruit and vegetables and the body fat content of adults clinically selected for a lifestyle modification program

Mauro Massao Takahashi, Erick Prado de Oliveira, Fernando Moreto, Kátia Cristina Portero-McLellan, Roberto Carlos Burini

Department of Public Health, Botucatu School of Medicine, São Paulo State University (UNESP), São Paulo, Brazil

SUMMARY. To investigate the relationship of dyslipidemia with demographic distribution and patterns of body fat and dietary intakes. From a universe of adults clinically selected for a lifestyle modification program 979 subjects (409 males and 570 females, 52.2 ± 9.6 years) fulfilled the inclusion criteria. Overnight-fasting plasma was assayed (dry chemistry) for triglycerides (TG), total (TC) and HDL fraction of cholesterol given the non-HDL (n-HDL) fraction by the difference. Anthropometric assessment included body weight (kg), height (m), fat (bioelectrical impedance) and waist circumference (WC). Food intake was assessed by the 24-hour recall questionnaire and the food groups evaluated through recommendations from an adapted food pyramid. The chances of dyslipidemia from other variable changes were determined by logistic regression with $p < 0.05$. Normal values of BMI and WC were protective against all dyslipidemia markers whereas only hypercholesterolemia was influenced by diet (meat intake > 2 servings). Dietary intakes have protective effects against hypertriglyceridemia with whole grains, odds ratio (OR) 0.342 (CI 95%, 0.154-0.760), fruits ≥ 3 servings (OR 0.523, 0.290-0.941) and vegetables ≥ 4 servings (OR 0.360, 0.176-0.735). In general total body and abdominal adiposity influenced all dyslipidemia markers while dietary intake of fruits and vegetables protected against triglyceridemia.

Key words: Dyslipidemia, body composition, dietary components.

RESUMEN. Asociación de la dislipidemia con la ingestión de frutas y vegetales y el contenido de grasa corporal de adultos seleccionados para un programa de modificación del estilo de vida. Investigar las relaciones de dislipidemia con distribución demográfica y patrones de masa corporal e ingestión de alimentos. De un universo de adultos clínicamente seleccionados para un programa de modificación de estilo de vida, 979 sujetos (409 hombres y 570 mujeres, $52,2 \pm 9,6$ años) cumplieron con los criterios de inclusión. Se examinó el plasma cosechado tras ayuno nocturno (química seca) para averiguar si hay la presencia de triglicéridos (TG), colesterol total (CT) y fracción de colesterol dada la fracción no HDL por diferencia. Una evaluación antropométrica incluyó peso corporal (kg), altura (m), grasa (impedancia bioeléctrica) y circunferencia de la cintura (CC). Se evaluó la ingestión de alimentos con el cuestionario de tipo recordatorio de 24 horas y los grupos de alimentos evaluados por la pirámide de alimentos recomendada. Se determinaron las probabilidades de dislipidemia de otros cambios variables con regresión logística $p < 0,05$. Valores normales de BMI y CC protegieron de todos los marcadores dislipidémicos mientras solamente hipercolesterolemia fue influenciada por la dieta (ingestión de carne > 2 porciones). El consumo en la dieta protege de hipertrigliceridemia con odds ratio de granos integrales (OR) 0,342 (CI 95%, 0,154-0,760), frutas ≥ 3 porciones (OR 0,523, 0,290-0,941) y hortalizas ≥ 4 porciones (OR 0,360, 0,176-0,735). En general la adiposidad corporal total y abdominal influyó todos los marcadores de dislipidemia y solamente la trigliceridemia fue protegida por ingestión de frutas y hortalizas en la dieta.

Palabras clave: Dislipidemia, composición corporal, componentes de la dieta.

INTRODUCTION

Cardiovascular disease is indicated as the most frequent cause of death in developed and developing countries (1,2), while dyslipidemias represent modifiable risks for coronary diseases (3,4).

Dyslipidemia prevalence in Brazil varies greatly by region, with greater variations occurring in individuals older than 40 years (5). Regarding gender, higher prevalence is observed among males (30.8%) than females (18.1%) (5).

Studies have shown the association between anthropomet-

ric indicators and dyslipidemia (6-8). Diet is also a relevant factor in dyslipidemia (9,10). Thus lifestyle change, which includes healthy eating habits and physical exercise as its major measures, plays an important role in primary care and, consequently, in dyslipidemia reduction (11-13).

Given the importance of factors that may influence lipidemia, the present study aimed to evaluate the following major predictors: altered serum concentrations of total cholesterol (TC), triglycerides (TG), non-HDL cholesterol (nHDL-C) and HDL-cholesterol (HDL-C).

MATERIALS AND METHODS

Individuals

A descriptive cross-sectional study was conducted on a subgroup of participants clinically screened for the lifestyle change program “*Mexa-se Pró-Saúde* [Move for Health]”, Botucatu, SP, from 2002 to 2007. The nine hundred and seventy-nine individuals investigated comprised 409 males and 570 females with a mean age of 52.2 ± 9.6 years and BMI of 28.6 ± 4.9 kg/m². All the subjects signed a free consent form, and the research project was approved by the Research Ethics Committee (document no. CEP 3271-2009) of the Botucatu School of Medicine (FMB), São Paulo State University (UNESP), Brazil.

Dietary inquiry

The 24-hour recall method was used as a dietary inquiry in order to assess food intake (14). The dietary data obtained from house measurements were converted to grams and milliliters so as to enable chemical analysis of the food consumed. The centesimal composition of the food reported in the recollections was estimated by the software NutWin® (2002), version 1.5. The food types that were not found in the software were added from various composition tables and food labels (15-17).

The food groups were evaluated based on the servings recommended by the Adapted Food Pyramid (18).

Body composition

Body weight was measured by a platform-type anthropometric scale (Filizola®) with a maximum capacity of 150 kg and an accuracy of 0.1 kg. Height was determined by a portable Seca® stadiometer with an accuracy of 0.1cm (19). Using body weight and height measurements, BMI (weight/height (m)²) was calculated and classified according to the criteria established in the literature (20).

Waist circumference (WC) was measured at the point midway between the last rib and the iliac crest. A steel Sanny® anthropometric tape measure (without a lock) was used for all measurements. Values above 102 cm (40.16 inches) for men and 88 cm (34.65 inches) for women were defined as altered (4).

A bioelectrical impedance device (Biodynamics®, model 450, USA) was used to determine body fat percentage (%BF). Values between 15 to 25% for males, and 20 to 35% for females were considered to be normal (21).

Biochemical analyses

Blood samples were collected by vacuum venous puncture, after a 10 to 12-hour fasting period. The individuals were previously advised to not perform vigorous physical exercises 24-hours and/or consume alcohol 72-hours prior to blood

collection. Laboratory analysis of lipid parameters (total cholesterol total, fractions and triglycerides) were performed within 4 hours after blood collection using the dry-chemistry method (Vitros® system, Johnson & Johnson) at the Clinical Biochemistry Laboratory of the Botucatu (SP) School of Medicine – Clinical Hospital. The nHDL-C values were defined as the difference between TC and HDL-C. Concentrations of TG >150mg/dL (22), TC >200mg/dL (23), HDL-C <40mg/dL for men and <50mg/dL for women (22), and nHDL-C >187mg/dL (P75) were considered to be outside of the normal range.

Statistical analysis

Descriptive characteristics were illustrated by mean and standard deviation. Regression models for data with negative binomial distribution were fitted for food intake characterization. In order to determine the probability of lipidemia alteration by food intakes and anthropometry, logistic regression was adjusted for gender and age (model 1); and gender, age, BMI and total caloric intake (TCI) (model 2). $P < 0.05$ was adopted as a significant value. The SAS, version 9.1 software package was used for statistical analysis.

RESULTS

Table 1 shows the demographic, anthropometric and food-intake characterization according to the individual's lipidemia classification. Males showed greater hypertriglyceridemia and serum nHDL-C concentrations when compared to females. Older individuals showed greater serum-TC concentration variation, and younger persons showed lower HDL-C. Individuals with lower HDL-C, elevated TG and elevated nHDL-C had higher BMI and WC values. Those with hypertriglyceridemia had lower fruit intake than individuals with normal TG values.

Normal BMI and WC values showed a protective effect against abnormal HDL-C, TG and nHDL-C concentrations, while normal %BF values tended to protect for normal HDL-C and TG concentrations (Table 2).

Table 3 shows the odds ratio for dyslipidemias by food intake according to 2 adjusted models (gender + age and gender + age + BMI + TCI). Meat intake above the recommended value (>2 servings) was shown to be a significant risk factor for total cholesterolemia. Intake of recommended values of grains (≥ 5 servings), fruits (≥ 3 servings) and vegetables (≥ 4 servings) produced a protective effect against triglyceridemia. No influence of diet components on HDL-C or nHDL-C was observed (Table 3).

TABLE 1
Demographic, body-composition and food-intake characterization versus normal or abnormal lipids concentrations

	TC		HDL-C		TG		nHDL-C	
	Normal	Abnormal	Normal	Abnormal	Normal	Abnormal	Normal	Abnormal
Gender								
Male n (%)	116 (37.9)	190 (62.1)	198 (65.3)	105 (34.6)	88 (40.7)	128 (62.1)**	148 (67.8)	70 (32.1)*
Female n (%)	187 (35.2)	344 (64.7)	346 (66.0)	178 (33.9)	333 (61.7)	206 (38.2)	401 (77.5)	116 (22.4)
Age in years [†] (SD)	50.9 (9.9)	54.4 (9.3)**	53.8 (9.7)	51.8 (9.4)*	53.4 (9.8)	54.5 (9.3)	53.0 (9.9)	53.4 (9.1)
BMI kg/m ^{2†} (SD)	28.6 (5.4)	28.8 (4.6)	28.2 (4.8)	29.7 (5.0)**	27.7 (4.9)	29.9 (4.9)**	28.5 (5.1)	29.4 (4.2)*
WC cm [†] (SD)	94.1 (14.5)	94.8 (12.8)	93.2 (13.5)	97.2 (13.0)**	90.0 (13.5)	98.4 (12.3)**	93.6 (13.9)	97.5 (11.4)**
%BF [†] (SD)	30.8 (8.5)	31.0 (7.6)	30.5 (7.4)	31.8 (8.7)	31.6 (7.8)	32.3 (7.5)	31.2 (8.1)	30.3 (7.3)
Grains (servings)	3.55 (1.71)	3.36 (1.57)	3.51 (1.72)	3.39 (1.49)	3.31 (1.49)	3.72 (1.57)	3.45 (1.66)	3.22 (1.43)
Fruit (servings)	3.24 (3.40)	2.36 (2.69)	2.88 (3.07)	2.54 (2.99)	3.58 (3.14)	2.62 (3.03)*	2.69 (3.09)	1.89 (2.48)
Vegetables (servings)	2.59 (2.57)	2.89 (2.71)	2.78 (2.63)	2.79 (2.84)	2.22 (2.33)	2.86 (2.79)	2.91 (2.75)	2.77 (2.72)
Legumes (servings)	1.21 (1.43)	1.23 (1.56)	1.13 (1.36)	1.33 (1.67)	1.16 (1.37)	1.17 (1.60)	1.24 (1.35)	1.30 (1.87)
Dairy products (servings)	1.50 (1.29)	1.41 (1.22)	1.53 (1.35)	1.45 (1.24)	1.68 (1.27)	1.72 (1.46)	1.52 (1.38)	1.23 (1.11)
Meat (servings)	1.97 (1.59)	2.22 (1.61)	2.17 (1.71)	2.01 (1.47)	1.69 (1.43)	1.83 (1.21)	2.17 (1.54)	2.26 (1.66)
Sugar (servings)	1.65 (2.05)	1.56 (1.85)	1.61 (1.98)	1.57 (1.87)	1.51 (2.00)	1.69 (2.17)	1.56 (1.95)	1.46 (1.52)
Oil (servings)	2.50 (2.33)	2.51 (2.15)	2.60 (2.32)	2.40 (2.09)	2.44 (2.29)	2.45 (2.26)	2.48 (2.17)	2.32 (1.68)

*p<0.05 **p<0.001 †: mean value; SD standard deviation; BMI: body mass index; WC: waist circumference; %BF: body fat percentage; TC: total cholesterol; HDL-c: high-density lipoprotein; TG: triglycerides; nHDL-C: non HDL-cholesterol

TABLE 2
Odds ratio¹ of dyslipidemia according to body composition[†]

	TC	HDL-C	TG	nHDL-C
BMI (normal vs. abnormal)	1.539 (0.855-2.772)	0.479 (0.314-0.732)*	0.275 (0.181-0.418)*	0.530 (0.334-0.842)*
WC (normal vs. abnormal)	1.090 (0.798-1.488)	0.543 (0.392-0.754)*	0.473 (0.346-0.647)*	0.654 (0.463-0.925)*
%BF (normal vs. abnormal)	1.026 (0.705-1.493)	0.590 (0.398-0.875)*	0.656 (0.454-0.949)*	0.899 (0.594-1.360)

†: Adjusted for gender and age; ¹: 95% CI; *p<0.05; BMI: body mass index; WC: waist circumference; %BF: body fat percentage; TC: total cholesterol; HDL-C: high-density lipoprotein; TG: triglycerides; nHDL-C: non HDL-cholesterol

TABLE 3
Odds ratio (OR)¹ of dyslipidemia by food intake according to adjusted models

		TC	HDL-C	TG	nHDL-C
Grains (≥5 vs. <5 servings)	Model 1	1.151 (0.641-2.067)	1.101 (0.613-1.975)	0.433 (0.214-0.876)*	1.284 (0.572-2.882)
	Model 2	1.093 (0.576-2.076)	0.863 (0.453-1.647)	0.342 (0.154-0.760)*	0.920 (0.379-2.236)
Fruit (≥3 vs. <3 servings)	Model 1	0.712 (0.439-1.154)	0.902 (0.559-1.457)	0.495 (0.279-0.876)*	0.779 (0.404-1.502)
	Model 2	0.733 (0.447-1.202)	1.001 (0.611-1.640)	0.523 (0.290-0.941)*	0.809 (0.408-1.605)
Vegetables (≥4 vs. <4 servings)	Model 1	1.110 (0.659-1.870)	0.950 (0.569-1.587)	0.471 (0.243-0.913)*	0.914 (0.486-1.718)
	Model 2	0.858 (0.504-1.459)	0.897 (0.530-1.519)	0.360 (0.176-0.735)*	1.100 (0.572-2.116)
Legumes (≥1 vs. <1 serving)	Model 1	0.931 (0.581-1.492)	1.276 (0.799-2.039)	0.978 (0.554-1.725)	0.683 (0.372-1.256)
	Model 2	1.004 (0.616-1.634)	1.408 (0.863-2.296)	0.936 (0.517-1.697)	0.836 (0.444-1.575)
Dairy products (>3 vs. ≤3 servings)	Model 1	1.355 (0.683-2.690)	0.939 (0.486-1.812)	1.385 (0.661-2.902)	0.476 (0.163-1.387)
	Model 2	1.486 (0.737-2.994)	1.043 (0.532-2.045)	1.610 (0.737-3.514)	0.582 (0.195-1.732)
Meat (>2 vs. ≤2 servings)	Model 1	1.908 (1.146-3.184)*	0.897 (0.546-1.474)	1.216 (0.675-2.192)	1.275 (0.669-2.427)
	Model 2	2.008 (1.184-3.401)*	1.003 (0.597-1.683)	1.432 (0.758-2.702)	1.408 (0.703-2.816)
Sugar (≤2 vs. >2 servings)	Model 1	0.754 (0.445-1.278)	0.926 (0.547-1.569)	0.884 (0.455-1.718)	0.772 (0.384-1.555)
	Model 2	0.776 (0.434-1.390)	1.184 (0.660-2.127)	0.949 (0.457-1.972)	0.926 (0.423-2.028)
Oil (≤2 vs. >2 servings)	Model 1	0.807 (0.500-1.304)	1.148 (0.713-1.849)	1.124 (0.618-2.046)	0.820 (0.450-1.493)
	Model 2	0.712 (0.415-1.222)	0.939 (0.552-1.595)	1.110 (0.575-2.144)	0.645 (0.334-1.246)
Fibers (≥20 vs. <20g)	Model 1	0.624 (0.354-1.099)	0.978 (0.560-1.708)	1.396 (0.727-2.680)	0.561 (0.241-1.307)
	Model 2	0.647 (0.359-1.166)	1.150 (0.640-2.066)	1.510 (0.756-3.016)	0.695 (0.289-1.671)
Varieties (≥8 vs. <8 items)	Model 1	2.321 (0.750-7.185)	0.528 (0.167-1.675)	0.363 (0.064-2.074)	0.495 (0.150-1.634)
	Model 2	2.315 (0.739-7.248)	0.578 (0.179-1.865)	0.369 (0.061-2.248)	0.514 (0.153-1.725)

¹ (95% CI); *p<0.05; Model 1: adjusted for gender and age; Model 2: model 1 + BMI and TCI.

Hence, male gender and high BMI and WC were observed to be risk factors for high TG values; whereas normal BMI, WC and %BF, as well as adequate intakes of fruit, vegetables and grains, were protective factors against hypertriglyceridemia. As for hypercholesterolemia, the risk factors were older age and greater ingestion of meat. Abnormal nHDL-C concentration presented the following risk factors: male gender, age <60 years, and high BMI and WC values. No significant influences from diet on nHDL-C or HDL-C variations were observed. The risk factors for HDL-C were age <60 years, and higher BMI and WC values whereas, only normal anthropometric values (BMI, WC and %BF) were found to be protective factors.

DISCUSSION

In the present study, the influences of male gender on hypertriglyceridemia, old age on hypercholesterolemia and

of age <60 years on nHDL-C were observed. Males showed the greatest lipidemic variation.

A study conducted by Kolovou et al (24), in Greece, reported that women showed higher cholesterol concentrations (HDL-C) and lower TG concentrations than males. In Brazilian studies, low HDL-C concentrations are also more prevalent in males (5, 25-27).

The present investigation shows that the population with dyslipidemia is in the age range of approximately 50 years. Those showing elevated concentrations of total cholesterol are older. These findings confirm the results observed in the cities of São Paulo (SP) and Campo dos Goytacazes (RJ) and the state of Rio Grande do Sul, which reported higher prevalences of elevated cholesterol among individuals in the 50-to-59 age range or older (5,27,28). In our study, although the population with lower HDL-C was within a similar age range, the 20% to 60% of subjects that presented dyslipidemia were found to be younger. Martinez *et al* (29), also reported a

hypercholesterolemia prevalence of 40%.

Elevated values of BMI, WC and %BF were the major determinants of dyslipidemias in the present sample, particularly of TG, HDL-C, and nHDL-C.

Chehrei *et al* (8) observed that BMI and WC were positively correlated with TC, TG and LDL-C while HDL-C was negative correlated with WC. Henriksson *et al* (6) reported that BMI was positively correlated with TC and nHDL-C and negatively correlated with HDL-C.

Pietrobelli *et al* (30) observed that the inverse relation of HDL-C to BMI may be partly due to the decreased thin tissue and cellular mass. In agreement with our results, Yu *et al* (31) observed that triglyceridemia and LDL-C were significantly higher in the group with abnormal values for adiposity (%BF, waist-to-hip ratio and visceral adiposity). Additionally, when studying eutrophic individuals, Ito *et al* (32) found that WC and %BF were significantly correlated with TC, TG, HDL-C and LDL-C.

In the present study, the dietary components (meat, grains, fruits and vegetables) were observed to exert significant influences on dyslipidemia. Higher meat intake values than those recommended by the dietary pyramid showed a risk effect on TC concentrations.

The Western dietary pattern is characterized by high intake of food rich in hydrogenated fat, refined grains and red meat, which are related to increased cardiovascular risk (33). Other studies have also found evidence of the effects of meat intake on lipidemia (34,35). Azadbakht and Esmailzadeh found that individuals in the lowest quintile present a probability of approximately 2.3 times for showing lower HDL-C (OR 2.32; CI 95%, 1.33-4.16) and 2.6 times of higher TG concentrations (OR 2.63; CI 95%, 1.42-4.66) (34). When investigating women's dietary patterns and their association with heart disease risk, Hoffmann *et al* (35) concluded that high intake of meat and low intake of vegetables and whole grains are associated with reduced HDL-C concentrations.

The types of grains ingested strongly influenced lipidemia. In the present study, whole grains – composed of bran, germ and endosperm – are probably the main grain source. When refined, only the endosperm, which is rich in carbohydrates, is maintained while other components – such as fiber, vitamins, minerals and antioxidants – are removed along with bran and germ (36). These compounds influence cardiovascular risk by means of glycemic homeostasis (37,38), lipids and lipoproteins (39), endothelial function (40) and other mechanisms. It is observed that individuals who consumed ≥ 5 servings of grains per day were shown to be protected against hypertriglyceridemia. A study conducted by Esmailzadeh *et al* (41) found an inverse association between whole grain intake and metabolic syndrome (MS). The OR association measurement showed the protective effect, among the second quartile, of whole grain intake on glycemia (41).

In the present investigation, the fruit and vegetable intakes showed a protective effect on triglyceridemia, one of the components of MS. Various studies have shown the association of low fruit and vegetable intakes with MS development (42-44). A study conducted in Greece shows that a dietary pattern characterized by higher consumption of grains, fish, legumes, vegetables and fruits is independently associated with reduced MS risk (45).

CONCLUSIONS

In the present study, it was observed that dyslipidemias are associated, in varied types and intensities, with demographic, anthropometric and dietary factors. The male gender, older age, and high BMI, WC and %BF values were the common risk factors. Higher meat intake was the only dietary factor implicated in total hypercholesterolemia. The main protective factors found, and therefore recommended to avoid hypertriglyceridemia are the normalization of anthropometric variables (all dyslipidemias, except for TC) and/or greater intake of grains, fruits and vegetables.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to FUNDAP (Fundação do Desenvolvimento Administrativo do Estado de São Paulo), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) and GAP (Grupo de Apoio à Pesquisa) of the Botucatu School of Medicine, São Paulo State University (UNESP).

REFERENCES

1. World Health Report, Reducing risks, promoting healthy life (World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2002. 2002.
2. He J, Gu D, Reynolds K, et al. Serum total and lipoprotein cholesterol levels and awareness, treatment, and control of hypercholesterolemia in China. *Circulation* 2004;110:405-11.
3. Schaefer EJ. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. *Am J Clin Nutr* 2002;75:191-212.
4. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002;106:3143-421.
5. de Souza LJ, Souto Filho JT, de Souza TF, et al. Prevalence of dyslipidemia and risk factors in Campos dos Goytacazes, in the Brazilian state of Rio de Janeiro. *Arq Bras Cardiol* 2003;81:249-64.
6. Henriksson KM, Lindblad U, Agren B, Nilsson-Ehle P, Rastam L. Associations between body height, body composition and cholesterol levels in middle-aged men. the coronary risk factor study in southern Sweden (CRISS). *Eur J Epidemiol* 2001;17:521-6.

7. Benetou V, Bamia C, Trichopoulos D, Trichopoulou A. Associations of anthropometric characteristics with blood cholesterol fractions among adults. The Greek EPIC study. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:942-8.
8. Chehrei A, Sadrnia S, Keshteli AH, Daneshmand MA, Rezaei J. Correlation of dyslipidemia with waist to height ratio, waist circumference, and body mass index in Iranian adults. *Asia Pac J Clin Nutr* 2007;16:248-53.
9. Varady KA, Jones PJ. Combination diet and exercise interventions for the treatment of dyslipidemia: an effective preliminary strategy to lower cholesterol levels? *J Nutr* 2005;135:1829-35.
10. Zarraga IG, Schwarz ER. Impact of dietary patterns and interventions on cardiovascular health. *Circulation* 2006;114:961-73.
11. Pearson TA, Blair SN, Daniels SR, et al. AHA Guidelines for Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Stroke: 2002 Update: Consensus Panel Guide to Comprehensive Risk Reduction for Adult Patients Without Coronary or Other Atherosclerotic Vascular Diseases. American Heart Association Science Advisory and Coordinating Committee. *Circulation* 2002;106:388-91.
12. Lien LF, Brown AJ, Ard JD, et al. Effects of PREMIER lifestyle modifications on participants with and without the metabolic syndrome. *Hypertension* 2007;50:609-16.
13. Manfredini F, D'Addato S, Laghi L, et al. Influence of lifestyle measures on hypertriglyceridaemia. *Curr Drug Targets* 2009;10:344-55.
14. Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML, Martini LA. *Inquéritos Alimentares - Métodos e Bases Científicos*. Barueri: Manole; 2005.
15. NEPA. Tabela brasileira de composição de alimentos. 2006.
16. IBGE. Tabelas de Composição de Alimentos. 1999.
17. Philippi ST. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 2002.
18. Philippi ST, Latterza AR, Cruz ATR, Ribeiro LC. Adapted food pyramid: a guide for a right food choice. *Rev. Nutr., Campinas* 1999;12:65 - 80.
19. Heyward VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da Composição Corporal Aplicada*. Barueri: Manole; 2000.
20. WHO. Report of a joint FAO/WHO Consultation. Preparation and use of food-based Dietary Guidelines. Geneva: World Health Organization; 2002.
21. Bray GA. An approach to the classification and evaluation of obesity. In: Bjorntorp P, Brodoff BN. *Obesity*. 1992.
22. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. *Arq Bras Cardiol* 2005;84, Suplemento I.
23. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol* 2007;88, Suplemento I
24. Kolovou GD, Anagnostopoulou KK, Damaskos DS, et al. Gender differences in the lipid profile of dyslipidemic subjects. *Eur J Intern Med* 2009;20:145-51.
25. Lessa I, Conceição JI, Souza ML, et al. Prevalence of Dyslipidemias in Non-Hospital Laboratory Tests of Adults from Salvador, Brazil. *Arq Bras Cardiol* 1997;69:395-400.
26. Pozzan R, Pozzan R, Brandão AA, Magalhães MECd, Silva NAdSe. Lipid levels in a series of cases of Rio de Janeiro city. *Rev SOCERJ* 2005;18:547-558.
27. Marcopito LF, Rodrigues SSF, Pacheco MA, Shirassu MM, Goldfeder AJ, Moraes MAD. Prevalência de alguns fatores de risco para doenças crônicas na cidade de São Paulo. *Revista de Saúde Pública* 2005;39:738-745.
28. Gus I, Fischmann A, Medina C. Prevalence of risk factors for coronary artery disease in the Brazilian State of Rio Grande do Sul. *Arq Bras Cardiol* 2002;78:478-90.
29. Martinez TL, Santos RD, Armaganijan D, et al. National alert campaign about increased cholesterol: determination of cholesterol levels in 81,262 Brazilians. *Arq Bras Cardiol* 2003;80:635-8, 631-4.
30. Pietrobelli A, Lee RC, Capristo E, Deckelbaum RJ, Heymsfield SB. An independent, inverse association of high-density-lipoprotein-cholesterol concentration with nonadipose body mass. *Am J Clin Nutr* 1999;69:614-20.
31. Yu K, Du CW, Tao X, Ma F, Lou HP. Relationship between body mass index, total body fat, and dyslipidemia. *Chinese Journal of Clinical Nutrition* 2007;15:343-346.
32. Ito H, Nakasuga K, Ohshima A, et al. Excess accumulation of body fat is related to dyslipidemia in normal-weight subjects. *International Journal of Obesity* 2004;28:242-247.
33. Esmailzadeh A, Azadbakht L. Food intake patterns may explain the high prevalence of cardiovascular risk factors among Iranian women. *J Nutr* 2008;138:1469-75.
34. Azadbakht L, Esmailzadeh A. Red meat intake is associated with metabolic syndrome and the plasma C-reactive protein concentration in women. *J Nutr* 2009;139:335-9.
35. Hoffmann K, Zyriax BC, Boeing H, Windler E. A dietary pattern derived to explain biomarker variation is strongly associated with the risk of coronary artery disease. *Am J Clin Nutr* 2004;80:633-40.
36. Liu S. Intake of refined carbohydrates and whole grain foods in relation to risk of type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. *J Am Coll Nutr* 2002;21:298-306.
37. Hallfrisch J, Facn, Behall KM. Mechanisms of the effects of grains on insulin and glucose responses. *J Am Coll Nutr* 2000;19:320S-325S.
38. Liese AD, Roach AK, Sparks KC, Marquart L, D'Agostino RB, Jr., Mayer-Davis EJ. Whole-grain intake and insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Am J Clin Nutr* 2003;78:965-71.
39. Slavin J. Why whole grains are protective: biological mechanisms. *Proc Nutr Soc* 2003;62:129-34.
40. Katz DL, Nawaz H, Boukhalil J, et al. Effects of oat and wheat cereals on endothelial responses. *Prev Med* 2001;33:476-84.
41. Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Whole-grain consumption and the metabolic syndrome: a favorable association in Tehranian adults. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:353-62.
42. Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, Willett WC. Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2006;84:1489-97.
43. Ford ES, Mokdad AH, Giles WH, Brown DW. The metabolic syndrome and antioxidant concentrations: findings from the

- Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes* 2003;52:2346-52.
44. Shin A, Lim SY, Sung J, Shin HR, Kim J. Dietary intake, eating habits, and metabolic syndrome in Korean men. *J Am Diet Assoc* 2009;109:633-40.
45. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Skoumas Y, Stefanadis C. The association between food patterns and the metabolic syndrome using principal components analysis: The ATTICA Study. *J Am Diet Assoc* 2007;107:979-87; quiz 997.

Recibido: 18-01-2010

Aceptado:

Evolución del estado nutricional de niños chilenos desde la etapa preescolar a la escolar: resultados antropométricos según procedencia de las mediciones

Juliana Kain, Marcos Galván, Marcela Taibo, Camila Corvalán, Lydia Lera, Ricardo Uauy

INTA, Universidad de Chile. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile

RESUMEN. Como los resultados del estado nutricional que entregan instituciones chilenas que recolectan datos antropométricos de su población bajo control, muestran diferentes magnitudes en el incremento del porcentaje de obesidad entre preescolares de 4 años y escolares de 1er grado, quisimos verificar la real magnitud de este aumento. Este estudio se basó en una investigación longitudinal que comenzó el 2006 con 1100 niños de 3 años, evaluados por el INTA a los 4, 5 y 6 años. Se determinó el estado nutricional a esas edades según Z IMC y referencias OMS 2006/2007. La información recogida sirvió además, para determinar la concordancia entre los datos antropométricos recogidos por profesores de escuelas públicas en escolares de 1er grado el 2009 (base JUNAEB) y los mismos niños evaluados paralelamente por el INTA (base INTA). La muestra incluyó a 474 niños de 6 años. No se observaron diferencias entre los promedios de Z IMC y Z talla/edad. El grado de concordancia entre los Z IMC fue bueno ($\rho=0,73$), sin embargo hubo diferencias en la clasificación nutricional, ya que el porcentaje de bajo peso fue significativamente mayor en la base JUNAEB (9,5% vs 3,6%), mientras que el porcentaje de obesidad fue menor en la base INTA, 17,5% vs 19,2% (diferencia no significativo). A los 4 y 5 años los porcentajes de obesidad de estos niños fueron 13,3% y 15,7% respectivamente (datos INTA). Por la trayectoria observada, es más probable que el alza en el porcentaje de obesidad entre los 4 y 6 años fue de 4 puntos porcentuales y no de 6, tal como indican los datos INTA.

Palabras clave: Evaluación nutricional, obesidad, bajo peso, preescolares, Chile.

SUMMARY. Evolution of the nutritional status of Chilean children from preschool to school age: anthropometric results according to the source of the data. Because the results of the nutritional status released by Chilean institutions which collect anthropometric data on their population under control, show different increments in the prevalence of obesity between preschoolers and children in 1st grade, we decided to verify the real magnitude of this increase. This study is based on a longitudinal investigation which began in 2006 and included 1100, three-year old children, which we evaluated when they were 4, 5 and 6 y. The nutritional status was determined according to BMI Z and WHO References 2006 / 2007. The information was also used to determine the concordance between the anthropometric data collected on first graders by teachers from public schools in 2009 (JUNAEB data set) and the same children assessed in parallel by INTA (INTA data set). The sample included 474, six-year olds. No differences were found between the average BMI Z and HAZ of the two data sets, and the degree of concordance between the BMI Z's was good ($\rho = 0.73$), however there were differences in the nutritional status, since the prevalence of low weight was significantly greater when assessed with JUNAEB's data (9.5% vs 3.6%), while that for obesity was lower with INTA's data, 17.5% vs. 19.2% (not significantly different). At 4 and 5 y, obesity prevalence of the children was 13.3% and 15.7% respectively (INTA's data). Considering the observed nutritional trajectory, it is likely that the rise in obesity between 4 and 6 y of age, was 4 percentage points and not 6, as was determined with INTA's data.

Key words: Nutritional evaluation, obesity, low weight, preschool children, Chile.

INTRODUCCION

Con el propósito de contar con información sobre el estado nutricional de escolares de primer grado que asisten a escuelas públicas chilenas, la Junta Nacional de Auxilio y Becas (JUNAEB), organismo autónomo dependiente del Ministerio de Educación mide anualmente al inicio del año escolar, el peso y talla de aproximadamente 220.000 escolares de 1º grado (edad promedio 6,4 años). Esto corresponde a alrededor de 93% de escolares de 1º grado matriculados en esos establecimientos. (1).

El registro de datos se envía desde cada escuela a JUNAEB, que tiene la responsabilidad de la digitación, análisis del estado nutricional y publicación de los resultados en la Web institucional. Estos se presentan anualmente a nivel global, por regiones, comunas y escuela (1) y tienen gran importancia para la academia, ministerios, prensa, etc, ya que los datos constituyen un censo de la población escolar de esa edad (sólo alrededor de 7% de los escolares asisten a escuelas privadas pagadas). JUNAEB además está a cargo del programa de alimentación escolar de todas las escuelas públicas del país y para focalizar el beneficio se basa en un modelo que incluye

variables en su mayoría sociales y económicas y sólo una variable antropométrica recolectada en escolares de 1er grado (porcentaje de talla baja (< -1 DE de la referencia NCHS)(2).

El Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Junta Nacional de Jardines (JUNJI) y JUNAEB están realizando desde el 2006 un seguimiento a aproximadamente 1100 niños de nivel socioeconómico medio-bajo y bajo, del área sur de Santiago que tenían entre 5 y 7 años en el 2009. El Departamento de Planificación y Estudios de JUNAEB, consideró importante que se determinara la evolución del estado nutricional desde el período preescolar (4 años) a 1er grado (6 años) por el significativo incremento que existiría en la prevalencia de obesidad en esta etapa. Es así como en el año 2009 y considerando el indicador peso/talla > 2 DE de la Referencia NCHS (2), JUNJI reportó para su población bajo control de 4 años, un 13,7 % de obesidad y JUNAEB un 21,5% para los escolares de 1er grado (3). Esto implica que el incremento en la prevalencia de obesidad en 2 años sería de 7,8 puntos porcentuales.

Aprovechando la disponibilidad de dos bases de datos para escolares de 1er grado, se procedió a determinar la confiabilidad de los datos antropométricos que recolectan los profesores en las escuelas. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron

a) determinar la evolución del estado nutricional entre los 4 y 6 años para verificar la magnitud del aumento de la obesidad en ese período y b) determinar la confiabilidad de la evaluación del estado nutricional basada en los datos de peso y talla de escolares, recolectados por profesores.

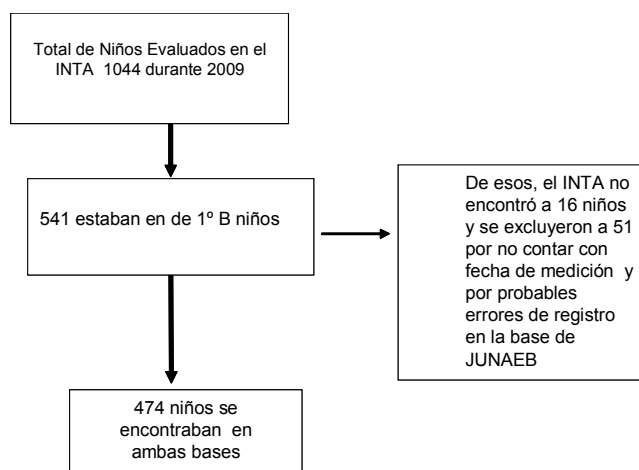
METODOLOGIA

Las mediciones de peso y talla en los escolares de 1° básico del sistema educacional público del país son efectuadas por profesores de ese nivel que siguen la norma establecida en el "Manual del Estudiante", elaborado por el Departamento de Salud del Estudiante de JUNAEB, (4). Respecto al equipo que utilizan los establecimientos, no fue posible verificar la calidad de éstos, ya que los estudiantes asisten a más de 100 colegios diferentes de Santiago. JUNAEB proporcionó la base que incluía los datos de peso y talla, fecha de nacimiento y fecha de aplicación de la encuesta de los escolares de la cohorte.

En el estudio del INTA, las mediciones efectuadas a los escolares a los 4,5 y 6 años fueron realizadas en condiciones estandarizadas por nutricionistas altamente calificadas. A los 4 y 5 años, las mediciones fueron recolectadas en los jardines infantiles, escuelas o domicilios con balanza y tallímetro portátiles marca SECA (precisión de 100 g y 1 mm respectivamente), mientras que a los 6 años, los escolares fueron evaluados en el INTA. De los 1044 evaluados durante

el 2009, 541 niños podían contar con determinaciones realizadas en sus escuelas; el resto estaba en otros cursos (kinder o 2° básico) o asistía a colegios que no habían enviado los registros a JUNAEB. La Figura 1 muestra el flujo de participantes. Se observa que la muestra final incluye a 474 escolares, o 87,6 % de los escolares de la cohorte, factibles de estar incluidos en la base de JUNAEB. La Figura 1 muestra el flujo de participantes. Se observa que la muestra final incluye a 474 escolares, 87,6% de los escolares de la cohorte, factibles de estar incluidos en la base de JUNAEB.

FIGURA 1
Flujo de participantes del estudio



Se determinó el IMC (kg/m^{-2}) de cada escolar con los datos de peso y talla registrados tanto en la base INTA como en la de JUNAEB. Se calcularon los puntajes Z de IMC y de talla/edad, usando como referencias, Anthro 2005 para los menores de 5 años (5) y OMS 2007 (6) para el resto. Se compararon estas variables utilizando el test de Wilcoxon, ya que la distribución de las variables no fue normal. Se determinó el grado de concordancia entre los puntajes Z de IMC obtenidos de las dos bases, utilizando el método de Lin (7) que calcula el grado de acuerdo entre variables continuas. Se determinó el estado nutricional (bajo peso, normal, sobrepeso y obeso) con los datos INTA y JUNAEB, definiendo como bajo peso, aquellos niños con un Z IMC < -1 , normal, entre -1 y $+1$, sobrepeso entre $+1$ y $+2$ y obeso $> +2$ (6). Los resultados fueron comparados con el test de proporciones. Posteriormente, se determinó el estado nutricional de los 474 niños a los 4 y 5 años, a partir de los datos antropométricos recogidos por el INTA en el 2007 y 2008.

RESULTADOS

La Tabla 1, muestra los promedios y desviaciones estándar de las variables antropométricas de los niños registradas en ambas bases de datos. Se observa que los niños fueron medidos en el INTA, 2,4 meses (en promedio) después que en las escuelas. Eso, se refleja en que los valores de peso y talla son mayores, pero como los puntajes Z controlan por edad y sexo, fue posible comparar esas cifras. El análisis mostró que no había diferencia significativa entre ninguna de las variables.

TABLA 1

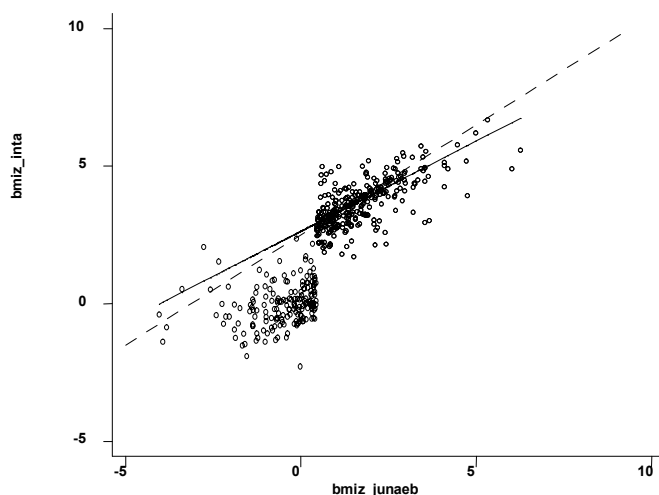
Descripción de variables antropométricas de bases de datos JUNAEB e INTA registradas en el 2009

Variable	Base JUNAEB media (DE)	Base INTA media (DE)
Edad (meses)	77,3 (4,3)	79,7 (4,0)
Peso (kg)	24,1 (4,9)	24,9 (4,2)
Talla (cm)	118,7 (7,9)	120,2 (6)
IMC (kg/m ²)	17,0 (2,8)	17,2 (2,6)
Z IMC	0,82 (1,3)	0,87 (1,1)
Z Talla/edad	0,13 (1,4)	0,17 (1)

La Figura 2, muestra la concordancia entre los valores Z de IMC resultantes de la base JUNAEB con los de la base INTA. Se obtuvo un coeficiente de concordancia o rho de 0.73 [0.691 0.771 95% CI], que indica una buena concordancia (si fuera perfecta seguiría la línea punteada).

FIGURA 2

Correlación entre Z IMC calculado con datos de base JUNAEB y base INTA



La Tabla 2 muestra los resultados del estado nutricional obtenidos en cada una de las bases. Los resultados reflejan que el porcentaje de bajo peso resultó significativamente mayor en la base JUNAEB comparada con la del INTA (9,5% vs 3,6%), mientras que el porcentaje de obesidad fue mayor en casi 2 puntos porcentuales en la base JUNAEB, que la calculada con la base INTA (19,2% versus 17,5%), diferencia que no fue significativa.

TABLA 2

Estado nutricional según base de datos JUNAEB e INTA

E. Nutricional	Base JUNAEB		Base INTA	
	N	%	N	%
Bajo Peso	45	9,5	17	3,6 *
Normal	230	48,6	265	55,8
Sobrepeso	108	22,7	109	23,0
Obeso	91	19,2	83	17,5

*diferencia significativa

La Tabla 3, muestra la descripción de las variables antropométricas y la clasificación nutricional de los 474 niños cuando éstos tenían 4 y 5 años. Estos resultados muestran que en promedio, la distribución de Z IMC de esta muestra entre los 4 y 6 años (Tabla 1) se mantuvo igual, sin embargo en ese período aumentó significativamente el porcentaje de niños con bajo peso (si se considera el dato JUNAEB) y no significativamente el de obesidad. La talla entre los 4 y 6 años mejoró significativamente desde un puntaje Z promedio de -0,21 a 0,13 (dato JUNAEB) o a 0,2 (dato INTA).

TABLA 3

Descripción de variables antropométricas y clasificación de los niños de esta muestra en el 2007 y 2008

Año	2007 media (DE)	2008 media (DE)
Edad (meses)	50,7 (3,6)	58,8 (3,8)
Peso (kg)	18,0 (2,7)	19,7 (3,3)
Talla (cm)	103,7 (4,2)	108,5 (4,6)
IMC	16,5 (1,7)	16,7 (1,9)
Z IMC	0,91 (1,05)	0,89 (1,1)
Z TE	-0,21 (0,9)	-0,08 (0,9)
% Bajo Peso	1,4	2,2
% Normal	57,9	58,7
% Sobrepeso	27,5	23,4
% Obeso	13,3	15,7

DISCUSION

Los resultados más importantes de este estudio muestran que efectivamente se observa un alza importante en la prevalencia de obesidad entre los 4 y 6 años, sin embargo su magnitud es probablemente similar al incremento que ocurre entre los 4 y 5 años, es decir aproximadamente 2 % anual, sobre todo si se considera que los datos de peso y talla del INTA fueron evaluados con equipo y personal estandarizados. Nuestros análisis sobre esta misma cohorte, muestran que la prevalencia de obesidad comienza a aumentar muy tempranamente, a partir de los 2 años y sigue incrementándose paulatinamente hasta los 6 años (8). En promedio, se observa que las mediciones efectuadas por los profesores, fueron semejantes a las realizadas por el equipo investigador, sin embargo, pequeñas diferencias en éstas probablemente influyeron en los resultados que se obtienen en la clasificación nutricional, específicamente en los extremos, es decir, en los porcentajes de bajo peso y de obesidad. El porcentaje de bajo peso fue significativamente mayor en la base JUNAEB (3 puntos porcentuales) y mayor, aunque no significativamente, el porcentaje de obesidad (1,7 puntos porcentuales). Se podría pensar que habría un beneficio para las escuelas en aumentar el porcentaje de alumnos con bajo peso, pero no es el caso, ya que el modelo de focalización del programa de alimentación escolar sólo incluye el número de niños con talla baja, no encontrándose diferencia significativa de esa variable en las dos bases (datos no mostrados).

Es necesario recalcar la importancia que reviste que las comparaciones de los resultados de estado nutricional consideren los mismos indicadores, referencias y puntos de corte y si eso no es posible, informarlo al reportar resultados de prevalencia. Los análisis sobre estado nutricional que se presentan aquí se efectuaron considerando el indicador IMC según referencia OMS 2006 y 2007, ya que la comunidad científica ha recomendado su uso desde el nacimiento hasta los 18 años (5,6). La prevalencia de obesidad a los 4 y 6 años que mostramos al inicio, provenientes de instituciones gubernamentales, considera el indicador peso/talla según referencia NCHS, por lo que se esperan que hayan diferencias entre los resultados obtenidos con ambas referencias (9). Como en este estudio las comparaciones fueron realizadas con el mismo indicador, punto de corte y referencias, los resultados son válidos.

En relación al porcentaje de niños con bajo peso a los 6 años, es más probable que esta cifra sea más bien un 3,6% obtenido con los datos INTA, ya que los resultados obtenidos previamente en los mismos niños a los 4 y 5 años, esta cifra fue 1,4% y 2,2% respectivamente.

La comparación entre el diagnóstico nutricional basado en datos recolectados de escuelas municipales versus aquellos

obtenidos en condiciones estandarizadas se había presentado previamente. Es así, como Schonhaut y cols en (10) en escuelas de la comuna de Colina de la Región Metropolitana de Santiago que incluyó a 416 escolares, reportaron que los profesores tendieron a sobreestimar tanto el sobrepeso como la obesidad, mientras que subestimaron el porcentaje de bajo peso. Por otra parte, Amigo y cols (11) en un estudio que incluyó a 927 escolares de 1er grado de 7 comunas de Santiago, encontraron resultados similares a los nuestros en cuanto al porcentaje de bajo peso, ya que las mediciones realizadas por los profesores tendieron a sobreestimar la proporción de niños de bajo peso, sin embargo, subestimaron los clasificados como obesos.

Los hallazgos de los distintos estudios confirman que no hay resultados concluyentes en este tema y esto se podría explicar por la gran variabilidad que existe en la recolección de los datos en las escuelas. Esto se relaciona con la capacidad de los docentes para pesar y medir correctamente, la calidad de las balanzas y tallímetros y la digitación de los datos.

Las conclusiones más importantes de este estudio son que aunque es posible que los promedios de las mediciones antropométricas sean confiables, la prevalencia de condiciones nutricionales extremas (por déficit o exceso) puede no ser correcta. En ese sentido, vale la pena destacar la necesidad de reforzar la importancia de fomentar la práctica de medir correctamente en las escuelas, ya que en este estudio hubo una pérdida de casi 15% de los datos porque en la base JUNAEB no estaban anotadas todas las variables.

La limitación más importante de este estudio es que incluyó sólo a 474 escolares, siendo casi todos residentes del sector sur de Santiago. Sería importante, verificar estos resultados a través del análisis longitudinal de los datos de peso y talla de una muestra representativa de niños desde edades tempranas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio contó con financiamiento del Proyecto Fondecyt 1090252 y la colaboración de JUNAEB, que aportó con su base de datos.

REFERENCIAS

1. Página Web de Junaeb (www.junaeb.cl). Última visita, abril 5, 2010.
2. Bulletin of the World Health Organization : Use and Interpretation of Anthropometric Indicators of Nutritional Status. Geneva: 1986.
3. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB): memo interno de la institución.
4. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB): Manual de salud del escolar. Disponible en www.junaeb.cl/manual_salud/JUNAEB.pdf.

5. World Health Organization (WHO). The WHO Child Growth Standards 2006: <http://www.who.int/childgrowth/standards/en/> Ginebra, Suiza.
6. World Health Organization (WHO). The WHO 2007 SAS Macro Package. 2007. World Health Organization (WHO): Ginebra, Suiza.
7. Lin L.I-K A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45:255-268.
8. Kain J, Corvalán C, Lera L, Galván M, Uauy R. Accelerated Growth in Early Life and Obesity in Preschool Chilean Children. *Obesity* 2009; 17: 1603-1608.
9. de Onis M, Onyango A, Borghi E, Garza C, Yang H for the WHO Multicentre Growth Reference Study Group. Comparison of the World Health Organization (WHO) Child Growth Standards and the National Center for Health Statistics/WHO international growth reference: implications for child health programmes. *Public Health Nutrition* 2006; 9: 942:947.
10. Schonhaut L, Rodríguez L, Pizarro T, Kohn J, Merino D, López A, Leyton G. Concordancia en el diagnóstico nutricional según índice de masa corporal entre el equipo de salud y las escuelas de la Comuna de Colina.
11. Amigo H, Erazo M, Bustos P, Aguilar C, Taibo M. Vigilancia nutricional en escolares chilenos: validez de la información. *Rev Med Chile* 2008; 136: 989-995.

Recibido: 23-04-2010

Aceptado: 27-05-2010

Medición ultrasonográfica de grasa visceral intraabdominal en hombres obesos. Asociación con alteración de lípidos séricos e insulinemia

Edgar Navarro, Volga Mijac, Hermes Flórez y Elena Ryder

Clínica Industrial Anaco, Anaco; Instituto de Investigaciones Clínicas “Dr. Américo Negrette”, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela y Universidad de Miami, Miami, EEUU

RESUMEN. La obesidad abdominal, por la adiposidad intraabdominal, conduce a progresión de factores de riesgos cardiometabólicos independientemente del índice de masa corporal. En este trabajo se evaluaron 154 hombres, entre 20 y 60 años de edad, que acudieron a examen anual preventivo de salud laboral en Venezuela. Se utilizó el ultrasonido para establecer la presencia y medición de grasa visceral. La grasa visceral se asoció en forma positiva y significativa con la edad, la circunferencia abdominal y el HOMA-IR tanto en los normopeso como en los de sobrepeso y obeso mientras que con el IMC solo se obtuvo correlación en los normopeso y sobrepeso. En los obesos se observó correlación positiva entre la grasa visceral con la glucemia y los triglicéridos. Con la insulina solo se encontró correlación en los individuos de peso normal. Los valores de grasa visceral se incrementaron con el paso de normopeso-sobrepeso-obeso. Con base a las curvas ROC y tomando como punto de corte para la grasa visceral un valor de 6 cm, se podría predecir hiperglucemia con un 58,6% de sensibilidad y 77% de especificidad; insulino-resistencia con 54% de sensibilidad y 78% de especificidad; hipertrigliceridemia con 39% de sensibilidad y 78% de especificidad y bajo HDLc con 45% de sensibilidad y 77 % de especificidad. El área debajo de la curva en el análisis de ROC fue mayor para la grasa visceral comparado con la circunferencia abdominal para la hiperglucemia (0,727 vs 0,693, $p<0,05$) y la hipertrigliceridemia (0,678 vs 0,621, $p<0,05$) mientras que lo contrario se observó para HOMA-IR (0,74 vs 0,788, $p<0,05$) y para el HDLc bajo (0,651 vs 0,668, $p<0,05$). Así la grasa visceral, determinada por ultrasonido, resultó mejor predictor de alteraciones de la glicemia y los triglicéridos, mientras que la circunferencia abdominal sería mejor para predecir alteraciones como insulina resistencia y bajo HDLc, por lo que se sugiere su inclusión en la valoración preventiva de pacientes para determinación de alteraciones metabólicas.

Palabras clave: Grasa visceral, lípidos séricos, insulinemia, ultrasonido.

SUMMARY. Ultrasonography measurement of intrabdominal visceral fat in obese men. Association with alterations in serum lipids and insulinemia. Abdominal obesity and specifically intrabdominal adiposity leads to increase in cardiometabolic risk factors (CMR), independently of body mass index (BMI). In order to examine CMR factors associated with the presence of visceral fat (VF) in individuals with different degrees of overweight/obesity, 154 men, 20 to 60 years of age, attending a at an Industrial Clinic in Venezuela, were evaluated. Ultrasound was used to establish the presence and amount of VF. As expected, VF values were higher as the BMI increased. It was observed that VF was associated positive and significantly with age, abdominal circumference and the degree of insulin resistance (HOMA-IR) in subjects with normal weight as well as in those with overweight and obesity. However, BMI was correlated with VF only in those with normal weight or overweight. In the obese a positive correlation was observed between VF with glycemia and triglycerides, while insulin was correlated with VF only in the subjects with normal weight. Based on the ROC curves, and taking as cut-off point for VF a value of 6 cm, it was possible to predict the presence of hyperglycemia with a 58.6% of sensitivity and 77% of specificity, presence of insulin resistance with 54 % of sensitivity and 78 % specificity, hypertriglyceridemia with 39% of sensitivity and 78% specificity and low HDLc with 45% sensitivity and 77% specificity. The area under the curve for the ROC analysis was greater for visceral fat compared with abdominal circumference for hyperglycemia (0.727 vs. 0.693, $p<0.05$) and hypertriglyceridemia (0.678 vs. 0.621, $p<0.05$) while the opposite was observed for HOMA-IR (0.74 vs. 0.788, $p<0.05$) and for low HDL-c (0.651 vs. 0.668, $p<0.05$). We conclude that ultrasound measure of VF, was better in predicting hyperglycemia and hypertriglyceridemia, while abdominal circumference was better predicting insulin resistance and low HDLc and could be useful in the preventive evaluation of individuals at risk for diabetes or cardiovascular disease.

Key words: Visceral fat, serum lipids, insulinemia, ultrasound.

Este trabajo formó parte de la Tesis presentada por el Médico Especialista Edgar Navarro para optar al Título de Doctor en Ciencias Médicas en la Universidad del Zulia en febrero 2009 y fue presentada como cartel, en el 8th Congress of Insulin Resistance en octubre 2009, en San Francisco, EEUU.

INTRODUCCION

La grasa visceral está contenida en la parte interna de las cavidades corporales, envolviendo órganos, sobre todo abdominales y está compuesta por la grasa mesentérica y la grasa de los epiplones. La acumulación de tejido adiposo en la cavidad abdominal juega un papel preponderante en el desarrollo de alteraciones metabólicas y enfermedad cardiovascular (1). La obesidad abdominal, debido a la adiposidad intrabdominal, conduce a progresión de factores de riesgo cardiometabólicos independientemente del índice de masa corporal. Esto ocurre por alteración de la secreción de sustancias derivadas de los adipocitos, incluyendo ácidos grasos, adiponectina, interleucina 6, factor de necrosis tumoral alfa y el inhibidor del activador del plasminógeno 1; asimismo, por la exacerbación de la resistencia a la insulina y otros factores de riesgo cardiometabólicos (2,3).

En la población adulta se considera que la obesidad central o abdominal, es la forma más patogénica de obesidad. El exceso de grasa abdominal visceral se ha relacionado con la presencia de manifestaciones clínicas de síndrome metabólico y ha emergido un consenso que el riesgo de diabetes, enfermedad cardiovascular, hipertensión y ciertos cánceres es mayor cuando se está en presencia de obesidad central. (4-6).

El síndrome metabólico o de resistencia a la insulina afecta a cerca de una cuarta parte de la población mayor de 40 años, se manifiesta principalmente por alteraciones en el metabolismo de los lípidos (particularmente concentraciones bajas de colesterol de HDL y altas de triglicéridos), hipertensión arterial, intolerancia a carbohidratos/hiperglucemia de ayuno y obesidad central o visceral.(7,8)

Varios estudios realizados en Venezuela (9-14) han mostrado una alta prevalencia de obesidad y el reporte de Florez y col. (12) en individuos mayores de 20 años de Maracaibo, Venezuela para conocer la prevalencia del síndrome metabólico, reveló que la obesidad abdominal fue uno de los componentes mas frecuentes, estando presente en el 42,9 % de los casos.

Basados en estos antecedentes, esta investigación evaluó la grasa visceral, medida por ultrasonido, para determinar si existía una asociación de ésta con alteraciones de lípidos séricos, glucemia e insulinemia en hombres de 20-60 años, provenientes de una consulta preventiva laboral.

POBLACION Y METODOS

La muestra estuvo constituida por 154 hombres, entre 20 y 60 años de edad, que acudieron (en forma consecutiva) a examen anual preventivo del Servicio de Ultrasonido y Consulta de Nutrición de la Clínica Industrial Anaco en el estado Anzoátegui-Venezuela, durante el periodo comprendido entre septiembre y diciembre del 2007. Se excluyeron aquellos

con historia de endocrinopatías (Ej. Síndrome de Cushing e hipotiroidismo), diabetes mellitus, con uso actual de medicamentos que modifiquen el metabolismo de lípidos o carbohidratos, con pérdida de >3 kg en los tres meses previos al estudio o con un índice de masa corporal igual o mayor a 40 kg/m².

Los individuos firmaron un consentimiento informado, previa explicación detallada de los exámenes que se le practicarían.

Se realizaron las mediciones antropométricas de peso, talla y circunferencia abdominal. El peso se tomó en ropa interior y con balanza médica calibrada a 0,1 kg. La talla se midió de pie y descalzo, con tallímetro calibrado a 0,1 cm. La circunferencia abdominal se midió con cinta inextensible, en posición de pie y al término de la espiración, en la línea axilar media en el punto medio entre la cresta iliaca y la última costilla. Se consideró que existía obesidad abdominal cuando esta medida era superior a 102 cm (15).

El índice de masa corporal se calculó por la fórmula peso en kg/talla en m² y se consideró sobrepeso cuando éste estaba comprendido entre 25-29,9 kg/m² y obesidad cuando era de 30 kg/m² o más (7).

A las 8 a.m. tras doce horas de ayuno, se obtuvo una muestra de sangre venosa para el análisis de la concentración sérica de lípidos, glicemia e insulina. Para determinar las concentraciones de glicemia y lípidos (colesterol total, colesterol de alta densidad (HDL-c), colesterol de baja densidad (LDL-c) y triglicéridos) se utilizó equipo automático Architec c8000 System de la casa comercial Abbott con técnica de colorimetría. Se consideró hiperglicemia cuando los valores de glucosa en ayunas fueron iguales o mayores a 100 mg/dL, y dislipidemia cuando los valores del colesterol total fueran iguales o mayores de 200 mg/dL, el HDL-c fuera menos de 40 mg/dL, el LDL-c fuera mayor de 130 mg/dL o los triglicéridos fueran iguales o mayores a 150 mg/dL. Para la determinación de la insulina sérica se usó el equipo automático Axym System de la casa comercial Abbott y la técnica de inmunoensayo.

La resistencia a la insulina se calculó mediante el modelo de homeostasis HOMA, según la fórmula: insulina en ayunas (μU/mL) x glucosa en ayunas (mmol/l) / 22,5 (16). Se tomó el valor de HOMA > 2,7 como punto de corte para considerar resistencia a la insulina (17).

Las mediciones ultrasonográficas del tejido adiposo intrabdominal se realizaron con un equipo de ultrasonido Phillips 800, con transductor sectorial electrónico de 3,5 MHz. Con el paciente en decúbito supino, se comprimió con el transductor la pared abdominal inmediatamente por encima de la cicatriz umbilical hasta lograr la visualización de la aorta; luego se liberó la presión ejercida hasta lo mínimo posible y con esta imagen congelada en transversal, se midió la distancia en cm entre la pared anterior de la aorta y el músculo recto

anterior, lo que estima la magnitud de los depósitos de grasa visceral (18).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las diferencias de las variables bioquímicas y la adiposidad visceral entre los grupos según los valores del IMC (normopeso, sobrepeso y obesidad) se estudiaron usando el análisis de variancia (ANOVA). Se aplicó la prueba de Kruskal Wallis cuando fuese necesario. Para estudiar la asociación entre ellas se usó el coeficiente de correlación lineal de Pearson y el análisis de regresión múltiple. Se consideró significativo si la *p* fue igual o menor a 0,05. Se utilizaron las curvas ROC para establecer los puntos de corte de tamaño de grasa visceral y circunferencia abdominal basados en la sensibilidad y especificidad de éstos utilizando los parámetros glucemia, HOMA-IR, triglicéridos y HDL-C. Sus diferencias se valoraron a través del estadístico *Z*.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se describen los valores de las variables antropométricas y bioquímicas de la población total estudiada. En cuanto a las alteraciones bioquímicas se encontró un 18,8% de individuos cuya glicemia estaba por encima de 100 mg/dL, inclusive 5 casos superaron los 126 mg/dL y 19,5% presentaba un HOMA-IR superior a 2,7.

TABLA 1
Valores de las variables antropométricas y bioquímicas de la población total estudiada*

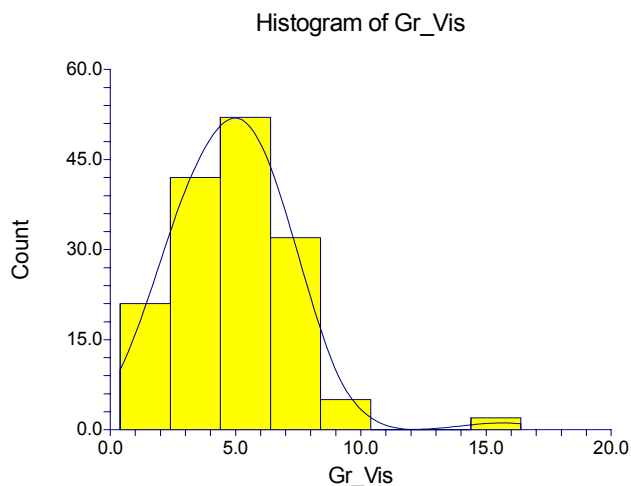
Variables	X ± DE	Percentiles (25-75)
Edad (años)	37,22 ± 10,44	28-46
IMC (kg/m ²)	27,88 ± 4,23	24,5-31,1
Circunferencia abdominal (cm)	95,11 ± 10,82	87-104
Glucemia (mg/dL)	95,66 ± 32,27	85-97
Insulina (uU/mL)	9,34 ± 5,14	5,6-11,2
HOMA-IR	2,18 ± 1,39	1,27-2,67
Colesterol (mg/dL)	226,89 ± 49,19	193,0-255,2
LDL-c (mg/dL)	146,01 ± 41,07	117,9-169,6
HDL-c (mg/dL)	45,27 ± 9,75	38,3-49,9
Triglicéridos (mg/dL)	173,36 ± 111,39	104,0-200,2
Grasa visceral (cm)	4,90 ± 2,30	3,3-6,4

*n = 154 IMC = índice de masa corporal; HOMA-IR = "homeostasis model assessment" para insulino resistencia; HDL-c = lipoproteínas de alta densidad; LDL-c = lipoproteínas de baja densidad

Se observó también una alta frecuencia de dislipidemias: 66,1% con colesterol total y 49,2% con LDL-c elevados, 28,9% con HDL-c bajo y 45,3% con hipertrigliceridemia.

El histograma de distribución de los valores de grasa visceral en cm en el grupo estudiado se observa en la Figura 1. El promedio de la grasa visceral fue de 4,9 cm, (percentiles 25 y 75% = 3,3-6,4), encontrando incluso cifras tan altas como 14,9 cm y 16,4 cm en el grupo obeso.

FIGURA 1
Histograma de la grasa visceral



Cuando se clasificaron según su índice de masa corporal, 32,46% resultó con normo peso (IMC <25 kg/m²); 30,52% con sobrepeso (IMC >25-<30 kg/m²) y 37% obesos (IMC >30 kg/m²). Además, 33,1% tenían una circunferencia de cintura superior a 102 cm.

Los parámetros antropométricos y metabólicos de los grupos según el IMC se encuentran en la Tabla 2.

Tanto los individuos con sobrepeso como los obesos resultaron mayores que los de peso normal, así mismo con el incremento en el peso se observó un aumento significativo en la circunferencia de cintura y de la grasa visceral.

En cuanto a las variables relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos, la glucemia no varió en forma significativa entre los grupos. La insulina y el HOMA si se incrementaron en forma significativa (*p*<0,0001). Se encontró hiperglucemia en ayunas en 25,5 % de los obesos, en 22,8 % de los con sobrepeso y en 8 % de los sujetos con peso normal.

Los valores de colesterol fueron mayores en aquellos con sobrepeso u obesidad comparados con los de peso normal, mientras que no fue significativa la diferencia en las concentraciones de LDL-c entre los grupos. También en el grupo con peso normal se encontró un alto porcentaje (50%) de individuos con cifras elevadas de colesterol total.

TABLE 2
Parámetros antropométricos y bioquímicos de los grupos clasificados según su índice de masa corporal

	Normo peso N = 50	Sobrepeso N = 47	Obesos N = 57	P (ANOVA)
Edad (años)	31,8 ± 10,4 *	38,8 ± 10,8	40,7 ± 8,2	< 0,0001
IMC (kg/m ²)	23,1 ± 1,6	27,5 ± 1,3	32,4 ± 2,0	< 0,0001
Circunferencia abdominal (cm)	83,2 ± 6,0	95,2 ± 5,2	105,5 ± 5,4	< 0,0001
Grasa visceral(cm)	2,9 ± 1,4	4,8 ± 1,2	6,7 ± 2,1	< 0,0001
Glucemia (mg/dL)	94,9 ± 45,5	91,1 ± 9,2	100,0 ± 30,4	0,37
Insulina (μU/mL)	6,7 ± 2,8	9,4 ± 5,5	11,7 ± 5	< 0,0001
HOMA-IR	1,5 ± 0,6	2,1 ± 1,2	2,9 ± 1,6	< 0,0001
Colesterol (mg/dL)	208,6 ± 46,7	232,8 ± 6,4	238,1 ± 49,8	0,0046
Triglicéridos (mg/dL)	127,0 ± 69,5	177,4 ± 90,5	210,7 ± 140,0	0,0004
HDL-c (mg/dL)	47,4 ± 9,8	45,9 ± 9,5	42,9 ± 9,6	0,0471
LDL-c (mg/dL)	137,7 ± 37,0	151,1 ± 40,1	149,1 ± 44,7	0,21

*Los valores están expresados en promedio ± desviación estándar.

IMC = índice de masa corporal; HOMA-IR = “homeostasis model assessment” para insulino resistencia;

HDLc = lipoproteínas de alta densidad; LDLc = lipoproteínas de baja densidad

El HDL-c fue significativamente más bajo en los individuos con sobrepeso y obesidad en comparación con los de peso normal, pero esta diferencia fue más notable con los obesos.

Así mismo, en cuanto a los triglicéridos se observó que los individuos con sobrepeso y obesos tenían valores significativamente mayores que los de peso normal, pero no entre ellos. Se encontraron individuos con valores muy elevados de triglicéridos en todos los grupos. Cifras de triglicéridos superiores a los 300 mg/dL se observaron en 4% del grupo normopeso, en 8,5% en el grupo sobrepeso y en 19,3% en el grupo obeso.

Cuando se aplicó el análisis de correlación lineal de Pearson entre la variable grasa visceral y los parámetros antropométricos y bioquímicos, en cada grupo de IMC, encontramos que la grasa visceral se asociaba en forma positiva y significativa en todos los grupos con la edad, circunferencia abdominal y HOMA-IR; con el IMC sólo en los controles y sobrepeso y con glucemia y triglicéridos sólo en los obesos. Su asociación con la insulina sólo estuvo presente en el grupo con peso normal (Tabla 3).

Para evaluar la relación de los dos parámetros de obesidad central, la circunferencia abdominal y la determinación de grasa visceral, con los parámetros bioquímicos, se agruparon los individuos para lograr un mayor poder estadístico y se usó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar por separado la relación de grasa visceral (o circunferencia abdominal) con las distintas variables del metabolismo de los carbohidratos o de los lípidos (Tabla 4). Se observa que ambos parámetros de obesidad central se correlacionaron con las

variables metabólicas evaluadas. Sin embargo, para la glucemia, colesterol y triglicéridos, la grasa visceral se asociaba en mayor proporción que la circunferencia abdominal mientras que esta última se asociaba más con la insulina y el HDL-c. La asociación con HOMA era prácticamente igual en ambos.

TABLE 3
Análisis de correlación de Pearson entre grasa visceral y los parámetros antropométricos y bioquímicos.

Parámetro	Normopeso		Sobrepeso		Obesos	
	r	p	r	p	r	p
Edad	0,450	0,001	0,330	0,021	0,365	0,005
IMC	0,450	0,001	0,380	0,008	0,106	0,429
Circunferencia abdominal.	0,740	<0,001	0,537	<0,0001	0,358	0,006
Glucemia	0,184	0,199	0,270	0,065	0,579	<0,0001
Insulina	0,305	0,031	0,257	0,08	0,080	0,553
HOMA-IR	0,325	0,021	0,303	0,038	0,399	0,002
Colesterol	0,186	0,19	0,027	0,85	0,167	0,212
Triglicéridos	0,201	0,161	0,097	0,510	0,695	<0,0001
HDL-c	-0,247	0,083	-0,006	0,96	-0,200	0,123
LDL-c	0,190	0,185	-0,005	0,96	-0,230	0,083

IMC = índice de masa corporal; HOMA-IR = “homeostasis model assessment” para insulino resistencia; HDLc = lipoproteínas de alta densidad; LDLc = lipoproteínas de baja densidad

TABLA 4

Asociaciones de la grasa visceral y la circunferencia abdominal con los parámetros bioquímicos en el grupo total

	Grasa visceral	Circunferencia abdominal
Glucemia	r = 0,299; p = 0,0002	r = 0,162; p = 0,0450
Insulina	r = 0,382; p = 0,0000	r = 0,502; p = 0,0000
HOMA-IR	r = 0,525; p = 0,0000	r = 0,528; p = 0,0000
Colesterol	r = 0,265; p = 0,0009	r = 0,195; p = 0,0154
Triglicéridos	r = 0,550; p = 0,0000	r = 0,319; p = 0,0001
HDL-c	r = -0,254; p = 0,0015	r = -0,306; p = 0,0001

HOMA-IR = "homeostasis model assessment" para insulino resistencia; HDLc = lipoproteínas de alta densidad

Se realizó también el análisis de regresión múltiple a fin de determinar cuales de las variables de composición corporal (grasa visceral vs. circunferencia abdominal) se asocian independientemente con los parámetros metabólicos, después de ajustar para la edad. Las variables dependientes fueron cada parámetro bioquímico por separado (glucemia, insulina, HOMA-IR, HDL-c y triglicéridos) (Tabla 5).

La glucemia, el HOMA-IR y los triglicéridos se asociaron en forma independiente tanto con la grasa visceral como con la circunferencia abdominal, mientras que la insulina y el HDL-c se asociaron sólo con la circunferencia abdominal. Después de ajustar para la edad, ninguna de las variables de composición corporal se asoció en forma independiente con el colesterol o con el LDL-c. El IMC no se asoció con ninguno de los parámetros metabólicos.

TABLA 5

Resultados significativos del análisis de regresión múltiple

	Grasa visceral	Circunferencia abdominal	r	p
Glucemia			r = 0,383	p = 0,001
			r = - 0,245	p = 0,048
Insulina			No aplica	
			r = 0,502	p = 0,0000
HOMA-IR			r = 0,291	p = 0,007
			r = 0,528	p = 0,005
Triglicéridos			r = 0,550	p = 0,0000
			r = -0,263	p = 0,012
HDL-c			No aplica	
			r = - 0,305	p = 0,0001

HOMA-IR = "homeostasis model assessment" para insulino resistencia; HDL-c = lipoproteínas de alta densidad

Tomando en cuenta las variables que resultaron positivas en el análisis de regresión múltiple, se realizó el análisis de las curvas ROC (receiver operating characteristic, por sus siglas en inglés) para conocer cuales alteraciones metabólicas pueden ser predecidas por las variables de composición corporal.

Tomando como punto de corte para la grasa visceral un valor de 6,0 cm, para la circunferencia abdominal un valor de 102,7 cm y para el IMC un valor de 25,3, los resultados se presentan en la Tabla 6.

TABLA 6

Sensibilidad, especificidad y área bajo la curva ROC de las variables de composición corporal en relación a los parámetros metabólicos

Parámetro metabólico	Sensibilidad			Especificidad			Área bajo la curva ROC		
	GV	CA	IMC	GV	CA	IMC	GV	CA	IMC
Hiper glucemia	0,586	0,483	0,828	0,768	0,776	0,368	0,727	0,693*	0,644
Insulinorresistencia	0,540	0,540	0,918	0,778	0,812	0,410	0,740	0,778*	0,769
Hipertrigliceridemia	0,389	0,347	0,792	0,780	0,793	0,439	0,678	0,621*	0,601
Bajo HDL-c	0,449	0,449	0,775	0,771	0,809	0,381	0,651	0,668*	0,642

GV= grasa visceral, CA= circunferencia abdominal, IMC = índice de masa corporal, HDL-c = lipoproteínas de alta densidad.

*<0,05 en comparación con GV

El área debajo de la curva en el análisis de ROC fue mayor para la grasa visceral comparado con la circunferencia abdominal para la hiperglucemia (0,727 vs 0,693, $p < 0,05$) y la hipertrigliceridemia (0,678 vs 0,621, $p < 0,05$) mientras que lo contrario se observó para HOMA-IR (0,74 vs 0,788, $p < 0,05$) y para el HDLc bajo (0,651 vs 0,668, $p < 0,05$).

Estos resultados del cálculo del valor bajo la curva ROC indican que la grasa visceral es más precisa para predecir alteraciones de la glucemia y los triglicéridos, mientras que la circunferencia abdominal sería mejor para predecir alteraciones de HOMA-IR y HDL-c y que el IMC no es mejor que los anteriores.

DISCUSION

En el presente estudio se estudiaron individuos de sexo masculino sin enfermedad aparente, con edades comprendidas entre los 20 y 60 años, encontrándose una prevalencia de obesidad de 37% y 30,52% de sobrepeso, revelando datos similares a los reportados en otras zonas del país (9-14), cifras que resultaron además tan elevadas como en otros países con población de origen hispano (19,20). Las cifras de obesidad obtenidas en este trabajo, probablemente sean más elevadas, ya que en el protocolo del trabajo se excluyeron aquellos con obesidad mórbida.

En Venezuela, el ministerio de Salud y Desarrollo Social no posee cifras de morbilidad de obesidad y sobrepeso. Sin embargo, existen varios reportes puntuales en distintas zonas del país.

En el 2001, García Araujo y col (10) en un estudio de 209 voluntarios (hombres y mujeres) entre 20 y 89 años de edad, para analizar los factores nutricionales y metabólicos de riesgo para enfermedad cardiovascular en Maracaibo, encontraron que 50% de los hombres presentaban un IMC > 25 kg/m². Estas cifras aumentaron en otro estudio realizado en la misma ciudad de Maracaibo en el año 2003, donde en un grupo de 306 hombres, la frecuencia de obesidad (> 25 kg/m²) fue de 74,3% (11)

Otro estudio realizado en 3108 individuos de los diferentes municipios del Estado Zulia, hombres y mujeres mayores de 20 años, para conocer la prevalencia del síndrome metabólico, reveló que la obesidad abdominal fue uno de los componentes más frecuentes, estando presente en el 42,9% de los casos (12). En este último trabajo, las cifras para el IMC de los hombres de raza mezclada fue de $27,3 \pm 0,2$ kg/m² (sin variación étnica) y la circunferencia de cintura fue de $97,2 \pm 0,5$ cm, donde sí se observó diferencia con los negros y amerindios en los cuales este valor era significativamente más bajo (91,9 y 91,8 cm respectivamente)

En un estudio del estado Miranda en Venezuela de 360 adultos en el 2005, se observó una mayor prevalencia de obesidad entre los 20 y 40 años en el caso de los hombres

para un resultado de 23,33% de obesidad (IMC > 30 kg/m²) y un 30% de sobrepeso (IMC entre 25 a 29,9 kg/m²) (13).

Estudios epidemiológicos han reportado asociación entre un incremento del índice cintura-cadera con hiperinsulinemia, intolerancia a la glucosa, diabetes tipo 2, hipertrigliceridemia y enfermedad vascular aterosclerótica. Algunos investigadores han atribuido esta asociación del incremento de la circunferencia de cintura con complicaciones metabólicas debido al aumento de grasa intraabdominal o visceral (1)

En el estudio de NHANES se reportó que la prevalencia del síndrome metabólico en adultos mayores de 20 años fue de 24%, pero la tasa se incrementaba con la edad. La prevalencia en personas de 50 años fue de 30% y la de 60 años fue de 40%. Además, fue más alta en hispanos y más baja en blancos no hispanos y afroamericanos. Las anomalías en el metabolismo de glucosa, insulina y lipoproteínas eran comunes en pacientes con hipertensión. El mecanismo no está claro, pero debido a que la insulina es un vasodilatador directo, otros mecanismos fisiopatológicos tendrían un papel causal en la patogenia de la hipertensión (7).

En otro estudio, realizado durante el período 2002-2005, con individuos provenientes del Framingham Heart Study, sin enfermedad cardiovascular clínica, se midió el volumen de grasa visceral y subcutánea para determinar los factores de riesgo metabólico. La grasa visceral, estuvo más fuertemente correlacionada con más factores metabólicos que la grasa subcutánea.; además, la grasa visceral contribuyó significativamente a la variación del factor de riesgo después de ajustar para el IMC y perímetro de cintura ($p \leq 0,01$). En los individuos con sobrepeso y obesidad la prevalencia de hipertensión, intolerancia a la glucosa y síndrome metabólico aumentó lineal y significativamente con los cuartiles de grasa visceral (3,22)

En el presente trabajo se usó el ultrasonido para establecer la magnitud del depósito de grasa visceral ya que éste se considera un método de fácil acceso, no invasivo y económico, si lo comparamos con los métodos considerados como ideales para esta medida, los cuales serían la tomografía axial computarizada o la resonancia magnética. Por otro lado, el uso del ultrasonido se ha demostrado ser mejor como medida de grasa abdominal visceral, que otros métodos muy utilizados como la medida de circunferencia de cintura o el diámetro sagital abdominal.

Armellini y col (18) fueron los primeros en establecer la contribución de la sonografía para la medida de la grasa abdominal. Estudiaron 50 mujeres obesas (IMC 39 ± 16 kg/m²) por tomografía y ultrasonido, encontrando una correlación de $r = 0,669$; $p < 0,001$, apoyando así la hipótesis que la ultrasonografía podría ser útil para la evaluación directa de los depósitos de grasa intrabdominal.

A la misma conclusión llegaron Tornaghi y col (23) quienes

obtuvieron correlaciones de $r = 0,89 - 0,91$, en 24 voluntarios con índice de masa corporal entre 19 - 43 kg/m².

En otro trabajo posterior (24) Armellini y col., establecieron que la medida de grasa visceral por ultrasonido puede identificar exactamente pequeñas variaciones de grasa intrabdominal producidas por pérdida de peso, mientras que la relación cintura/cadera no fue capaz de identificar estos cambios.

Stolk y col (25) estudiaron la validez y reproducibilidad del ultrasonido abdominal para la medida de tejido adiposo abdominal en 19 individuos con un IMC promedio de 32,9 kg/m² comparándolo con tomografía y resonancia magnética, encontrando una asociación muy fuerte entre ambas medidas ($r = 0,83$ y $0,81$ respectivamente; $p < 0,001$ en ambos casos). Concluyen que el ultrasonido abdominal es un método confiable y reproducible para medir la cantidad de tejido adiposo abdominal y diagnosticar obesidad intrabdominal.

Más recientemente, De Lucia Rolfe y col (26), basados en un estudio realizado en individuos mayores de 60 años del Hertfordshire Birth Control Physical Activity Trial, también concluyen que el ultrasonido es un método válido para estimar la grasa visceral en estudios epidemiológicos, cuando la resonancia magnética o la tomografía computarizada no son asequibles.

La correlación entre la grasa visceral abdominal y algunas alteraciones metabólicas han sido bien establecidas. En este estudio, realizado en hombres con una edad promedio de 37,2 años y un índice de masa corporal de $27,88 \pm 4,23$ kg/m², encontramos que los valores de grasa visceral en el grupo total, fueron de $4,9 \text{ cm} \pm 2,3$ y que existía una alta frecuencia de dislipidemias tanto en individuos considerados como normopesos así como en aquellos con sobrepeso y obesos.

La grasa visceral se asoció en forma positiva y significativa con la edad, la circunferencia abdominal y el HOMA-IR tanto en los normopeso como en los sobrepeso y obesos. Sin embargo, con el IMC solo se encontró correlación en los normopeso y sobrepeso, pero ésta se perdió en el grupo de obesos. En este último grupo se observó correlación entre la grasa visceral y parámetros relacionados con el metabolismo de carbohidratos como la glicemia y con el metabolismo de lípidos como los triglicéridos. Con la insulina solo se encontró correlación en los individuos de peso normal.

Otros autores (27) no solo observaron una correlación excelente entre la grasa visceral estimada por ultrasonido y los estudios de tomografía ($r = 7,99$; $p < 0,001$) sino que encuentran que es un buen índice para identificar individuos diabéticos, particularmente hombres, que están en alto riesgo de enfermedad cardiovascular, ya que encontraron que un elevado espesor de grasa visceral independientemente predijo riesgo de enfermedad cardiovascular y enfermedades metabólicas, sugiriendo un punto de corte de 4,76 cm para hombres (cifras cercanas a las obtenidas como promedio en

este trabajo) y 3,55 cm para mujeres, como predictores de la presencia de estos problemas.

Leite y col (28) hicieron un estudio similar pero en individuos normales, entre 20 y 60 años, encontrando que la medida de grosor de grasa intrabdominal medida por ultrasonido presentaba una asociación importante con factores de riesgo cardiovascular (metabólicos o presión arterial), mejor que el diámetro sagital o la circunferencia de cintura. Establecieron un punto de corte de 7 cm para predecir riesgo moderado para ambos sexos.

Ribeiro Filho y col (29) también han comparado ambos métodos para establecer puntos de corte para definir obesidad visceral. Estudiaron 100 mujeres con un IMC de $39,2 \pm 5,4$ kg/m² y encontraron que el perímetro de cintura y la grasa visceral determinada por ultrasonido mostraron los mejores coeficientes de correlación con grasa visceral determinada por tomografía computarizada ($r = 55$ y $0,71$; $p < 0,01$). A su vez establecieron puntos de corte para obesidad visceral: para un coeficiente de cintura de 107 cm la especificidad era de 82,7 % y la sensibilidad de 60,6%, mientras que para la grasa visceral medida por ultrasonido de 6,9 cm, la especificidad fue de 82,8 % y la sensibilidad de 69,2%.

Chiba y col (30) consideran que la grasa visceral medida por ultrasonido es un buen índice no solo para predecir acumulación de grasa sino para establecer factores de riesgo cardiovascular. En hombres encontraron asociación con la presión arterial. La correlación con tomografía fue de 0,66; $p < 0,001$ para hombres y 0,64; $p < 0,001$ para mujeres. Sus valores de grasa visceral fueron de $5,2 \pm 1,2$ cm para hombres y $4,9 \pm 1,43$ cm para mujeres.

En este trabajo encontramos que los valores de grasa visceral se incrementaron a medida que se pasaba de normopeso (2,9 cm), a sobrepeso (4,8 cm) y obesidad (6,7 cm). Ahora bien, se encontró que tomando como punto de corte para la grasa visceral un valor de 6 cm. (valor cercano al obtenido en el presente trabajo para los obesos), se podría predecir hiperglucemia con un 58,6% de sensibilidad y 77% de especificidad; insulino resistencia con 54% de sensibilidad y 78% de especificidad; hipertrigliceridemia con 39% de sensibilidad y 78% de especificidad y bajo HDL-c con 45 % de sensibilidad y 77% de especificidad.

El cálculo del valor bajo la curva ROC indicó que la grasa visceral es mejor para predecir alteraciones de la glucemia y los triglicéridos, mientras que la circunferencia abdominal sería mejor para predecir alteraciones como insulino resistencia y bajo HDL-c, por lo que se sugiere su inclusión en la valoración preventiva de pacientes para determinar alteraciones metabólicas.

REFERENCIAS

1. Garg A. Regional adiposity and insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab*; 2004 89(9):4206-4210.
2. Després JP. Abdominal obesity: the most prevalent cause of metabolic syndrome and related cardiometabolic risk. *Eur Heart J* 2006 Supplements (Suppl B) 2006: B4-B12.
3. Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. *Arch Intern Med* 2002; 162(16): 1867-1872.
4. Kissebah AH. Central obesity: measurement and metabolic effects. *Diabet Rev* 1997; 5:8-20.
5. Zimmet P, Alberti KGMM, Shaw J. Global and societal implications of diabetes epidemic. *Nature* 2001; 414:782-787.
6. Reaven G, Abbasi F, McLaughlin T. Obesity, insulin resistance, and cardiovascular disease. *Recent Prog Horm Res* 2004; 59:207-223.
7. Ford E, Giles W. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA* 2002; 287:356-359.
8. Balkau B, Charles MA, Drivsholm T, Borch-Johnsen K, Wareham N, Yudkin JS et al. *Diabetes Metab* 2002; 28: 364-376.
9. Franco J, Ferrer J, Jurisa A, Vargas A. Obesidad como factor de riesgo para hipertensión arterial. *Salus militiae* 1998; 23 (1): 5-13.
10. García-Araujo M, Semprún-Ferreira M, Sulbaran TA, Silva E, Calmon G, Campos G. Factores metabólicos y nutricionales como factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares en una población adulta de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. *Invest Clin* 2001; 42: 23-42.
11. Campos G, Ryder E, Diez-Ewald M, Rivero F, Fernández V, Raleigh X et al. Prevalence of obesity and hiperinsulinemia: its association with serum lipid and lipoprotein in healthy individuals from Maracaibo-Venezuela. *Invest Clin* 2003; 44:5-19.
12. Flórez H, Silva E, Fernández V, Ryder E, Sulbaran T, Campos G et al. Prevalence and risk factors associated with the metabolic syndrome and dyslipidemia in White, Black, Amerindians and Mixed Hispanics in Zulia state, Venezuela. *Diab Res Clin Pract* 2005; 69: 63-77.
13. Nuñez R, Peña A, Pacheco B, Sánchez M, Rivera M. Obesidad en pacientes adultos del Municipio Sucre del Estado Miranda. *AVFT* 2006; 25:64-66.
14. Ruiz-Fernández N, Espinoza M, Barrios E, Reigosa A. Factores cardiometabólicos en una comunidad de Valencia, Venezuela. *Rev salud publica* 2009; 11:383-394.
15. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285:2486-2496.
16. Mathews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Tracher D, Turner R. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28:412-419.
17. Yeni-Komshian H, Carantoni M, Abbasi F, Reaven G. Relationship between several surrogate estimates of insulin resistance and quantification of insulin-mediated glucose disposal in 490 healthy nondiabetic volunteers. *Diabetes Care* 2000; 23:171-175.
18. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Todesco T, Bergamo-Andreis IA, Procacci C et al. The contribution of sonography to the measurement of intrabdominal fat. *J Clin Ultrasound* 1990; 18:563-567.
19. Montero JC. Epidemiología de la obesidad en siete países de América Latina. *Form Contin Nutr Obes* 2002; 5(5):000-000
20. Filozof C, Gonzalez C, Sereday M, Mazza C, Bragunsky J. Obesity prevalence and trends in Latin-American countries. *Obes Rev* 2001; 2:99-106.
21. Haffner S, Taegtmeier H. Epidemic Obesity and Metabolic Syndrome. *Circulation* 2003; 108:1541-1545.
22. Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation* 2007; 116: 39-48.
23. Tornaghi G, Raiteri R, Pozzato C, Rispoli A, Bramani M, Cipolat M et al. Anthropometric or ultrasonic measurements in assessment of visceral fat? A comparative study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994; 18:771-775
24. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Robbi R, De Marchi M, et al. Sonography detection of small intra-abdominal fat variations. *Int J Obesity* 1991; 15:847-852
25. Stolk R, Meijer R, Mali W, Grobbee D, van der Graf Y. Ultrasound measurement of intrabdominal fat estimate the metabolic syndrome better than do measurements or waist circumference. *Am J Clin Nutr* 2003; 77:857-860.
26. De Lucia Rolfe E, Sleigh A, Finucane FM, Brage S, Stolk RP, Cooper C et al. Ultrasound measurements of visceral and subcutaneous abdominal thickness to predict abdominal adiposity among older men and women. *Obesity (Silver Spring)* 2010; 18:625-631.
27. Kim SK, Kim HJ, Hur KY, Choi SH, Ahn CW, Lim SK. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:593-599.
28. Leite CC, Wajchenberg BL, Radominsky R, Matsuda D, Cerri GG, Halpern A. Intra-abdominal thickness by ultrasonography to predict risk factors for cardiovascular disease and its correlation with anthropometric measurements. *Metabolism* 2002; 51:1034-1040.
29. Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Azjen S, Zanella MT, Ferreira SR. Methods of estimation of visceral fat: advantages of ultrasonography. *Obes Res* 2003; 11:1488-1494.
30. Chiba Y, Saitoh S, Takagi S, Ohnishi H, Katoh N, Ohata J et al. Relationship between visceral fat and cardiovascular disease risk factors: the Tanno and Sobetsu Study. *Hypertens Res* 2007; 30:229-236.

Recibido: 04-05-2010

Aceptado:15-06-2010

Avaliação do consumo alimentar de pré-escolares do Distrito Federal, Brasil

Renata Couto Falcão Gomes, Teresa Helena Macedo da Costa, Bethsáida de Abreu Soares Schmitz

Departamento de Nutrição, Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal. Brasil

RESUMO. O objetivo foi avaliar o consumo alimentar de crianças freqüentadoras de creches filantrópicas do Distrito Federal (DF). A amostra foi representativa e estratificada por grupos de renda, totalizando 678 crianças de 4 a 82 meses de nove creches. O recordatório-24hs e a pesagem direta de alimentos foram empregados na avaliação do consumo alimentar. Na análise utilizou-se a metodologia proposta pelas DRIs (*Dietary Reference Intakes*) com correção da variabilidade intra-pessoal pelo método de S-Nusser. Nas crianças menores de 13 meses, houve consumo acima da AI entre 93,6 e 100% para carboidratos, proteína, vitaminas B1, B2, B12, B6, e zinco. Na faixa etária de 7 a 12 meses, 56,5% das crianças consumiram ferro abaixo da EAR. Para os maiores de 1 ano, o consumo de cálcio em 35,4% das crianças foi acima da AI. Para as vitaminas com EAR, a prevalência de inadequação do consumo foi 53,2% para vitamina E e 90% para folato. Ferro e zinco foram consumidos acima do UL por 6,4% e 32,5% dos menores de 1 ano, e por 1,5% e 5,3% das outras crianças, respectivamente. A distribuição percentual de lipídios da dieta das crianças de 13 a 47 meses estava dentro da faixa aceitável apenas para 16,2%. No entanto as crianças de 36 a 82 meses, para ambos os gêneros, foram as que apresentaram ingestões médias inferiores à necessidade energética. Conclui-se que a presença de inadequação do consumo para alguns nutrientes indica a necessidade de melhorias no padrão da alimentação e na assistência nutricional das crianças freqüentadoras de creches filantrópicas do DF.

Palavras chave: Avaliação, consumo alimentar, ingestão de alimentos, pré-escolar.

INTRODUÇÃO

A correta avaliação do consumo alimentar infantil é um processo complexo. Nos primeiros anos de vida, existem riscos em relação aos agravos nutricionais, devido à demanda energética aumentada, maior exposição a fatores espoliadores e iniciação dos hábitos e comportamentos alimentares. O conhecimento das práticas e hábitos alimentares contribui para a elucidação da cadeia causal de diversos distúrbios nutricionais. Para que este conhecimento seja efetivo na maior compreensão da epidemiologia nutricional infantil, se faz necessário o uso de métodos adequados de inquérito e avaliação de consumo alimentar (1).

Neste sentido, a partir de 1997, teve início a publicação de uma série de volumes do *Institute of Medicine* (IOM) dos

SUMMARY. *Dietary assessment of pre-school children from Federal District Brazil.* The objective was to assess food consumption among children attending non-profit nurseries in the Federal District, Brazil. A representative sample was obtained and stratified by income. Food intake among 678 children, between 4 and 82 months old, was analyzed in nine nurseries using the 24-h dietary recall and direct food weighing methods. In children under 13 months old mean intake was above AI between 93.6 to 100% for carbohydrates, proteins, vitamins B1, B2, B12, B6, and zinc. In children from 7-12 months 56.5% presented iron consumption below EAR. Calcium intake was above AI for 35.4% of children over 1 year old. For vitamins with EAR values, the prevalence of inadequate consumption was 53.2% for vitamin E, and 90% for folate for children over 12 months old. Iron and zinc intake was above UL for 6.4% and 32.5% of children under 1 year old, and 1.5% and 5.3% for the remaining children, respectively. Lipid percentage distribution range among children between 13 and 47 months old was within the acceptable range for only 16.2%. Nonetheless, children between 36 and 82 months of both genders presented mean intake below energy requirements. Inadequate consumption observed for some nutrients points to the need for improvements in the standard of meals and nutritional assistance offered to children enrolled in charitably run nurseries in the Federal District.

Key words: Evaluation, food consumption, dietary intake, preschool.

Estados Unidos, propondo um grupo de quatro novos valores de referência para avaliar a ingestão de nutrientes, as chamadas *Dietary Reference Intakes* (DRIs). Em 2002, foi publicado o volume delineando as referências para a ingestão de energia e a distribuição dos macronutrientes (2).

Até o momento, são escassas as publicações que utilizam esta metodologia na avaliação do consumo dietético de crianças. A maioria dos estudos realizados em creches compara, erroneamente, a média ou mediana de consumo usual de nutrientes com a antiga RDA (*Recommended Dietary Allowance*) ou aplica parcialmente a metodologia proposta pelo IOM (3,4), o que prejudica a comparabilidade entre os estudos. Tendo em vista a necessidade premente de se avaliar adequadamente o consumo alimentar, utilizando a nova metodologia proposta pelo IOM, e a inexistência de dados

representativos de consumo infantil no Distrito Federal, o objetivo deste trabalho é avaliar quantitativamente a ingestão alimentar de pré-escolares frequentadores de creches filantrópicas do Distrito Federal.

As creches filantrópicas garantem atendimento a crianças de baixa renda que não são absorvidas pela rede pública do Distrito Federal. Por dependerem de doações essas instituições enfrentam dificuldades operacionais que podem comprometer o fornecimento de uma alimentação equilibrada e balanceada. Considerando que a alimentação infantil tem suas especificidades, torna-se relevante sua análise em ambientes coletivos submetidos a condições desfavoráveis.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal descritivo realizado com menores de 7 anos, de creches filantrópicas do Distrito Federal. Foi calculada uma amostra representativa por Regiões Administrativas do Distrito Federal, estratificadas segundo renda mensal familiar média. Utilizou-se a estratificação proposta pela Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central (5). As regiões administrativas foram agrupadas segundo a renda, tendo sido obtido ao final, três grupos, sendo o grupo 1 o de maior renda, e o 3, o de menor renda. A seguir foi calculado o número mínimo amostral para cada um destes grupos, totalizando-se ao final, 877 crianças distribuídas em 9 creches.

Foram excluídas do estudo crianças com 7 anos ou mais, crianças que se afastaram da instituição durante o período da pesquisa, aquelas cujos pais ou responsáveis não tenham autorizado a participação, as que não dispunham de respondentes confiáveis em relação aos instrumentos de coleta e aquelas que não frequentavam a creche em período integral. Este último critério e a ausência da criança nos dias de coleta, mesmo após sucessivas tentativas de obtenção dos dados, foram os fatores que mais contribuíram para a perda amostral, resultando num total de 678 crianças avaliadas, o que correspondeu a 77,3% da amostra prevista. Entretanto, considerando-se a natureza e complexidade desta pesquisa de campo, envolvendo esta faixa etária em específico, entende-se que esta perda não representou prejuízo à análise dos resultados encontrados. As perdas concentraram-se nos grupos 2 (39,7%) e 3 (30,3%). As 678 crianças possuíam 1 (12,8%), 2 (10,5%) ou 3 (76,7%) dias alimentares completos, sendo esta última condição, a mais prevalente, o que contribui consideravelmente para um melhor ajuste da correção da variabilidade intrapessoal dos nutrientes e energia.

A coleta dos dados de consumo alimentar utilizou a pesagem direta dos alimentos e o recordatório de 24hs, tendo sido realizada de março a dezembro de 2004. Para padronização da metodologia foi realizado um estudo piloto.

A pesagem direta foi feita nas creches em no mínimo 3

dias não consecutivos, selecionados aleatoriamente. Para pesar os alimentos foram utilizadas duas balanças científicas de precisão (Marte®), com capacidade máxima de 5kg e 2kg, e sensibilidade de 2g e 1g, respectivamente. Para os líquidos, foram utilizados “beckers” plásticos de 50ml, 250ml e 400ml. Eram pesados todos os alimentos servidos às crianças, em todas as refeições de um mesmo dia. Por meio de observação direta, era verificado se a criança, repetia, deixava restos ou recusava as preparações, sendo as quantidades correspondentes pesadas, e posteriormente acrescentadas ou deduzidas das porções padrão, obtendo-se ao final o consumo de cada criança na creche.

No recordatório complementar de 24 horas, respondido pela mãe ou responsável, constavam os alimentos que eram consumidos em casa, antes e depois da creche, sendo imprescindível que a criança tivesse frequentado a creche no dia anterior. Foi utilizado um registro fotográfico com alimentos, preparações, medidas caseiras e utensílios mais usados por crianças pequenas, elaborado especialmente para este estudo.

A cada dia de pesagem direta na creche foi agregado um dia de recordatório 24hs, formando um dia alimentar. A este dia foi adicionado, quando presente, o teor de nutrientes ingerido via suplemento, expressando desta forma o consumo total de cada criança. Foram considerados apenas os dias completos de consumo (pesagem direta + recordatório complementar de 24 horas).

A análise nutricional foi realizada com o software Nutrisurvey for Windows (6). Para análise dos suplementos, o cálculo do teor dos nutrientes, quando não disponível na bula dos produtos, era obtido em compêndio farmacológico (7).

Após a obtenção das estimativas do consumo alimentar individual, procedeu-se à correção da variabilidade intrapessoal dos nutrientes e energia, empregando-se o método de S-Nusser (8). Utilizou-se uma macro SAS (9) adaptada de estudo de Hoffmann et al (10). O procedimento computacional envolveu a transformação dos dados de ingestão do consumo de cada nutriente para uma distribuição aproximadamente normal, aplicando-se o método de Box-Cox. Um fator de achatamento da distribuição do consumo foi calculado e utilizado para remoção da variação intra-pessoal da média de cada indivíduo. Ao final, as médias corrigidas foram transformadas para a escala original.

Foram avaliados energia (kcal), macronutrientes (g), vitamina B 1 (mg), vitamina B 2 (mg) vitamina B 6 (mg), vitamina B 12 (mg), vitamina C (mg), vitamina E (mg), ácido fólico (mcg), cálcio (mg), ferro (mg), zinco (mg), fibra (g), ácidos graxos n-3 (g), ácidos graxos n-6 (g).

O percentual de inadequação do consumo foi obtido utilizando-se a Necessidade Média Estimada (Estimated Average Requirement, EAR). Para avaliar o consumo de cálcio

e a maioria dos nutrientes para os menores de 1 ano, foram utilizados os valores de referência da Ingestão Adequada (Adequate Intake, AI). O percentual de indivíduos com consumo abaixo do Nível Superior Tolerável de Ingestão (Tolerable Upper Intake Level, UL) foi considerado como percentual de consumo seguro. Para vitamina E e folato, a comparação com o valor de referência da UL refere-se ao consumo proveniente apenas de suplementos. Para os demais nutrientes analisados em relação a esta DRI (vitaminas B 6 e C, cálcio, ferro e zinco), foram considerados alimentos e suplementos.

Foi calculada a proporção de crianças maiores de 1 ano cujo consumo se encontrava dentro do Intervalo da Distribuição Aceitável dos Macronutrientes (Acceptable Macronutrient Distribution Range, AMDR), segundo as faixas preconizadas pelo IOM (2). Para as menores de 1 ano os intervalos ainda não foram estabelecidos.

A avaliação da ingestão de energia considerou a Necessidade Energética Estimada (Estimated Energy Requirement, EER) para gênero e idade. Utilizaram-se os valores de referência preconizados para a idade intermediária de cada faixa etária.

Visando contribuir para a análise do consumo de energia, foi avaliado o estado nutricional das crianças a partir da obtenção das medidas de peso e estatura, segundo metodologia proposta por Jelliffe (11), para posterior determinação dos índices estatura para a idade (E/I) e peso para estatura (P/E). Para pesagem foi utilizada balança eletrônica Filizola, com capacidade para 150 quilos e graduada em 100g. Para a obtenção da estatura foi utilizado antropômetro de mesa para os menores de 24 meses. Os maiores de 2 anos foram medidos em pé, em estadiômetro extensível, da marca Seca.

A análise dos índices foi feita pelo critério de escore-Z, tendo como referência os parâmetros do National Center for Health Statistics (NCHS), por meio do software Epi Info 6.04 (12). A proporção de crianças que se encontravam abaixo de -2z para E/I foi considerada com consumo deficiente de energia, e as que se encontravam acima de +2z para P/E, com consumo em excesso. Definiu-se como eutrofia os valores encontrados entre -1Z e +1Z, para cada índice.

Foi utilizado o programa Excell, versão XP, para cálculo das proporções, médias e desvios padrão dos dados de consumo de macro e micronutrientes.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

RESULTADOS

Das 678 crianças avaliadas, 370 (54,6%) eram do gênero masculino e 308 (45,4%) do feminino. A idade variou de 4 a 82 meses, sendo predominante a faixa etária maior de 2 anos (80,4%). Dos menores de 2 anos, 102 crianças (76,7%)

tinham entre 13 e 23 meses. Na apresentação dos resultados, sempre que considerado relevante, são apresentados dados desagregados em relação à idade (4-6m, 7-12m, 13-47m, 48-82m), que não constam nas tabelas.

As tabelas Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da análise nutricional da ingestão alimentar habitual (média e desvio padrão) obtidos a partir dos valores corrigidos para a variabilidade intrapessoal dos nutrientes e energia, e o percentual de crianças cuja ingestão superou os valores de referência para AI, ou estão abaixo da EAR.

Observa-se na Tabela 1 que, para 100% das crianças com até 12 meses de idade, o consumo das vitaminas B 6 e B 12, proteína e zinco superou o valor de referência da AI. Para carboidrato, vitaminas B1, B2 e C, folato e cálcio, a ingestão adequada (AI) foi alcançada por uma parcela considerável das crianças (64,5% a 96,8%).

TABELA 1

Média, desvio padrão e avaliação do consumo habitual em relação às DRIs de crianças de 4 a 12 meses de idade (n=31), em creches filantrópicas do Distrito Federal, 2004

Nutriente (unidade)	Média	DP	≥AI		< EAR	
			n	%	n	%
CHO (g)	114,2	23,9	29	93,6		
Lipídio (g)	27,5	5,2	10	32,3		
Vit B1 (mg)	0,6	0,3	30	96,8		
Vit B2 (mg)	0,9	0,4	30	96,8		
Vit B6 (mg)	0,8	0,3	31	100		
Vit B12 (mg)	3,3	1,9	31	100		
Vit C (mg)	82	48,8	26	83,9		
Vit E (mg)	4,7	2,6	8	25,8		
Folato (mcg)	81,4	11	20	64,5		
Cálcio (mg)	402	227	20	64,5		
n-3 (g)	0,3	0,1	0	0		
n-6 (g)	3,2	0,8	0	0		
Proteína (g)	33,6	7,8	8*	100*	0‡	0‡
Ferro (mg)	9,9	14,8	8*	100*	13‡	56,5‡
Zinco (mg)	4,5	1	8*	100*	0‡	0‡
Fibras (g)	9,1	2,6				
Energia (kcal)	835	164				

AI: Ingestão Adequada

EAR: Necessidade Média Estimada

mcg:micrograma* 4 a 6 meses ‡ 7 a 12 meses

Por outro lado, houve baixa proporção de crianças com consumo acima da AI, para nutrientes como vitamina E (25,8%) e lipídios (32,3%). Em relação aos ácidos graxos n-3 e n-6, constatou-se que nenhuma criança atingiu o valor de referência da AI. Para ferro, verificou-se um percentual de 56,5% de inadequação de consumo, em relação à EAR, na faixa de 7 a 12 meses. O consumo médio de fibras foi de 9,1g.

Para as crianças de 13 a 82 meses, foram estabelecidos valores de EAR para a maioria dos nutrientes estudados, com exceção de cálcio, ácidos graxos n-3 e n-6 e fibras, que possuem AI. Observa-se na tabela 2 que apenas uma pequena proporção dos pré-escolares apresentou ingestão média destes nutrientes superior à AI. Em relação ao cálcio, observou-se consumo médio de 561,8 mg na faixa etária de 13 a 47 meses.

TABELA 2

Média, desvio padrão e avaliação do consumo habitual em relação às DRIs de crianças de 13 a 82 meses de idade (n=647), em creches filantrópicas do Distrito Federal, 2004

Nutriente	Média	DP	≥ AI		< EAR	
			n	%	n	%
Proteína (g)	46,2	9			0	0
CHO (g)	166,9	32,8			5	<1
Lipídio (g)	37,5	8,2				
Vit B1(mg)	0,7	0,5			44	6,8
Vit B2 (mg)	1,1	0,4			5	<1
Vit B6 (mg)	0,9	0,4			6	<1
Vit B 12 (mg)	3,5	1,4			4	<1
Vit C (mg)	64,2	61,5			6	<1
Vit E (mg)	5,6	2,1			344	53,2
Ferro (mg)	9,8	10,5			2	<1
Zinco (mg)	5,8	1,1			5	<1
Folato (mcg)	102,9	26,1			582	90
Cálcio (mg)	547,2	190,2	229	35,4		
n-3 (g)	0,4	0,1	4	<1		
n-6 (g)	4,7	1,7	25	3,9		
Fibras (g)	12,3	3,3	8	1,2		
Energia (kcal)	1206	228				

AI: Ingestão Adequada mcg: micrograma
EAR: Necessidade Média Estimada

A partir dos 13 meses, quase a totalidade (93,2-100%) das crianças apresentou o consumo usual acima da EAR para proteína, carboidrato, vitaminas B1, B2, B 6, B12, C, ferro e zinco. Por outro lado, 90% e 53,2% das dietas avaliadas encontraram-se inadequadas em relação à folato e vitamina E, respectivamente (Tabela 2). Para folato, a proporção de crianças que alcançaram a necessidade média estimada foi aproximadamente três vezes maior na faixa etária de 13 a 47 meses (14,5%), do que na faixa etária de 48 a 82 meses (4,5%).

A análise da distribuição percentual da adequação da ingestão dos macronutrientes, em relação ao valor energético total das dietas consumidas pelas crianças a partir de 13 meses de idade, demonstrou que, para as faixas etárias avaliadas, 13 a 47 meses (n=358) e 48 a 82 meses (n=289), a distribuição percentual de lipídios das dietas ficou abaixo do limite inferior da AMDR para 83,8% e 11,1% das crianças, respectivamente. Observou-se que nenhuma das 647 crianças consumiu lipídios

acima da faixa de adequação. Em relação aos carboidratos, não foi observado consumo inferior ao percentual recomendado, sendo que só 5 crianças ultrapassaram o limite máximo da AMDR. Para todas as crianças, o consumo de energia oriundo da ingestão de proteínas manteve-se dentro da faixa preconizada para a AMDR.

Em relação à UL, para todas as crianças, a ingestão de vitamina E e folato pode ser considerada segura, face ao baixo consumo desses nutrientes sob a forma de suplementos.

Apenas 16,5% das crianças ingeriam suplementos, mas entre as que usavam, 38,7% tinham até 12 meses (p<0,05), sendo que o sulfato ferroso foi o suplemento mais utilizado (60,7%) por todas as crianças.

O percentual de crianças menores de 13 meses (n=31) com consumo acima dos valores de UL para ferro e zinco foi de 6,4% e 32,3%, respectivamente.

Para 100% das crianças de 13 a 82 meses (n=647), o consumo de vitamina B 6 e cálcio, manteve-se dentro dos limites de ingestão considerados seguros. Em relação à vitamina C, apenas uma criança consumiu este nutriente acima do limite recomendado. Houve elevada proporção de crianças consumindo ferro (98,5%) e zinco (94,7%) abaixo da UL. No entanto, ao desagregar os dados em relação à idade, observou-se que houve consumo superior ao limite tolerável de ingestão para ferro (2,2%) e zinco (9,5%) na faixa etária de 13 a 47 meses. Por outro lado, a proporção de crianças de 48 a 82 meses com ingestão de zinco e ferro com consumo acima da UL foi praticamente inexistente (0% e 0,7%, respectivamente).

A comparação das médias do consumo com os valores de referência de EER para gênero e idade (Tabela 3) indica que apenas as crianças de 36 a 82 meses, para ambos os gêneros, tiveram ingestões médias inferiores à EER.

TABELA 3

Comparação da média do consumo usual com os valores de referência da Necessidade Energética Estimada (EER), segundo gênero e idade, Distrito Federal, 2004

Gênero	Idade (meses)	Idade média (meses)	EER (kcal/d)	Consumo usual médio (kcal)
Feminino	4 a 6	5m	553	722
Masculino	4 a 6	5m	596	672
Feminino	7 a 12	9m	678	884
Masculino	7 a 12	9m	746	883
Feminino	13 a 35	24m	997	1074
Masculino	13 a 35	24m	1050	1140
Feminino	36 a 82	60m	1557	1218
Masculino	36 a 82	60m	1658	1286

EER: Estimated Energy Requirement, Necessidade Energética Estimada

A idade média da faixa etária foi utilizada para o cálculo da EER.

O diagnóstico antropométrico indicou apenas 6 crianças (0,9%), de 4 a 82 meses, com déficit de peso para estatura ($P/E < -2Z$). Ainda segundo este índice, observou-se 74,8% de eutrofia, e 2,2%, de sobrepeso ($P/E > +2Z$). O sobrepeso só foi evidenciado entre os maiores de 1 ano, e foi mais preponderante entre os maiores de 35 meses (2,7%).

Considerando o índice E/I, constatou-se 66,7% de eutrofia e 3,9% de déficit já instalado ($E/I < -2Z$). A baixa estatura para a idade foi mais freqüente (5,7%) nas crianças de 13 a 35 meses.

DISCUSSÃO

A investigação do consumo alimentar está sujeita a viéses (13). Visando diminuir sua ocorrência, neste estudo foram utilizados dois métodos de inquérito. O uso do recordatório de 24hs ficou restrito a uma parte menor do dia alimentar da criança, sendo a maior parte do consumo relativa à alimentação na creche, e obtida por um método bastante preciso, a pesagem direta dos alimentos. Também a estimativa das medidas caseiras no recordatório 24hs foi facilitada pelo emprego do registro fotográfico, o que foi particularmente importante em relação aos copos e pratos, devido à variedade de tamanhos e tipos destinados às crianças.

O pequeno número de crianças menores de 13 meses no estudo ($n=31$) reflete a realidade local em relação às dificuldades das creches filantrópicas em atender crianças que demandam maiores cuidados em termos de saúde e alimentação e conseqüentemente, maiores custos. Para estas crianças, a análise da dieta está baseada na ingestão adequada (AI), e a AI representa a ingestão média do consumo de grupos aparentemente saudáveis. A proporção de crianças com consumo superior à AI pode ser considerada como ingestão adequada.

Desta forma, pode-se afirmar com segurança, uma vez que a média de ingestão foi igual ou superior à AI que, para as crianças de 4 a 12 meses, houve consumo adequado de carboidratos, vitaminas B1, B2, B12 e B6, e para os menores de 7 meses, houve adequação do consumo de proteína, ferro, zinco e vitamina C. Para os nutrientes com consumo abaixo da AI [lipídios, folato, vitamina C (entre 7 e 12 meses de idade), cálcio, n-3, n-6 e vitamina E] não é possível inferir sobre a adequação do consumo. Como a AI deve estar acima da EAR, que é desconhecida, a média de ingestão pode estar bem abaixo da AI e ainda assim existir uma baixa prevalência de inadequação do nutriente (14). Pelo mesmo motivo, também não foi possível avaliar, em relação à inadequação, o consumo dos nutrientes que possuíam AI para os maiores de 1 ano (Ca, n-3, n-6, fibras).

Estudo populacional dos Estados Unidos (National Health and Nutrition Surveys – NHANES 2001-2002), baseado em inquérito de consumo domiciliar apenas de alimentos, verificou que menos de 3% das crianças de 1 a 8 anos consumiam fibras acima do valor esperado de AI (15). Embora poucas crianças

do presente estudo também tenham atingido este valor, suas médias de consumo situaram-se em torno do percentil 75 da distribuição do consumo usual de fibras das crianças americanas. Isto poderia ser explicado pelo consumo diário de feijão nas creches. Barbosa et al (16) avaliando a ingestão dietética de 35 crianças de 13 a 35 meses, em uma creche filantrópica de Paquetá (RJ), observaram que houve um aumento substancial no consumo de fibras pelos pré-escolares após seis meses de freqüência à creche em comparação com o momento de entrada na creche. Os autores atribuíram esta melhora a uma maior oferta de frutas, hortaliças e leguminosas na instituição.

Considerando o consumo de ácidos graxos, as crianças americanas atingiram em maior proporção a AI para n-3 e n-6, em torno de 60 e 70% (3), respectivamente, enquanto a média de consumo dos pré-escolares avaliados neste estudo situou-se abaixo do percentil 5 da distribuição do consumo infantil americano.

Estudo realizado em creches de Viçosa (4) encontrou 92,8% de crianças, de 24 a 72 meses, apresentando ingestão de cálcio inferior à AI, valor superior aos 64,6% encontrados no presente estudo. No entanto, a comparabilidade entre os estudos é limitada, em função da não correção da variabilidade intra-pessoal do consumo na investigação de Viçosa, o que afeta sobremaneira os resultados.

Os dados do NHANES 2001-2002 (15) indicam que 94% das crianças de 1 a 3 anos e 69%, entre 4 e 8 anos, alcançaram a AI para cálcio, percentuais bastante superiores ao deste estudo (57,5% e 8%). As creches oferecem leite geralmente só no desjejum, e priorizam as crianças mais novas na distribuição deste alimento, o que pode ter contribuído para este resultado. Barbosa et al (16) observaram consumo médio de 714,4mg de cálcio pelas crianças da creche de Paquetá (RJ), valor muito superior ao consumo usual das crianças de 13 a 47 meses das creches do DF (561,8mg).

Em relação aos nutrientes que possuem EAR, pode-se afirmar que houve inadequação de consumo para folato e vitamina E, para maiores de 12 meses, e de ferro, apenas para as crianças de 7 a 12 meses. Para os demais nutrientes, o consumo pode ser considerado adequado para quase todas as crianças.

Nos Estados Unidos, a proporção de consumo de vitamina E abaixo da EAR, entre 1 e 8 anos de idade foi de 80%, e para folato, menos de 3% (15). A população do estudo no DF apresentou consumo usual de folato abaixo do percentil 5 da distribuição da ingestão habitual das crianças americanas.

Em relação ao ferro, a inadequação do consumo foi maior dos 7 aos 12 meses, o que denota a maior vulnerabilidade dessas crianças por estarem em um momento de adaptação a novos alimentos. Achado similar foi encontrado em inquérito domiciliar realizado na região metropolitana de Recife, onde 38% das crianças entre 7 e 11 meses de idade apresentavam consumo inadequado deste nutriente (17). A baixa densidade de ferro nos alimentos complementares é uma característica

da alimentação das crianças brasileiras desta idade. Desta forma, o Ministério da Saúde recomenda a adoção de estratégias como fortificação de alimentos infantis e suplementação com ferro medicamentoso (18).

Foi observado menor consumo domiciliar de carne entre os menores de 24 meses, quando comparado com os maiores de 24 meses.

A análise da AMDR demonstrou que a participação proporcional dos lipídios em relação ao valor energético total das dietas dos maiores de 1 ano estava inadequada para quase 50% das crianças, fato que favoreceu o baixo consumo observado de vitamina E e a porcentagem baixa de crianças com consumo adequado de ácidos graxos n-3 e n-6. A deficiência de lipídios, além de comprometer o aporte energético, pode interferir na adequada absorção das vitaminas lipossolúveis. As crianças mais novas, entre 13 e 47 meses, foram as que apresentaram menor percentual lipídico na dieta, talvez em função, entre outros fatores, do menor consumo de carne, que possui teor razoável deste nutriente, no domicílio. As pequenas porções de carne e a pouca quantidade de óleo utilizada nas preparações das creches também podem estar relacionadas à participação inadequada dos lipídios nas dietas analisadas.

Estudo realizado em serviços de saúde de Viçosa (3), com crianças de 12 a 35 meses de idade, também verificou inadequação de energia proveniente dos lipídios, uma vez que 81,5% das crianças avaliadas não atingiram o limite mínimo da faixa preconizada. No entanto, 12,6% (12 a 23 meses) a 15,7% (24 a 35 meses) consumiram energia oriunda de lipídios acima do limite máximo da AMDR (40%), fato que contrasta com os dados descritos para o Distrito Federal, onde não foi verificado consumo acima da faixa recomendada. Como o estudo citado (3) não relata ter feito correção da variabilidade intra-individual, a obtenção de valores elevados não reflete necessariamente o consumo habitual das crianças.

Em relação ao nível de segurança do consumo de nutrientes, foi constatado o consumo de ferro e zinco acima do limite considerado seguro, com maior magnitude nos menores de 1 ano. O consumo usual acima da UL não pode ser interpretado como a prevalência de efeitos adversos, pois apenas reflete a proporção de indivíduos em risco de vir a apresentar esses efeitos pelo excesso de consumo (19).

Estudo populacional dos Estados Unidos encontrou prevalência de consumo de zinco acima da UL para todas as faixas etárias estudadas: 92% (0-6m), 86% (7-12m), 51% (1-3 anos) e 3% (4-5 anos) (19). Estes valores foram muito superiores aos encontrados no presente estudo, 37,5% (0-6m), 30,4% (7-12m), 9,8% (13-47m) e 0% (48-82m), embora permaneça a tendência de adequação com o aumento da idade. Provavelmente a diferença se deve ao maior consumo de alimentos fortificados nos Estados Unidos, principalmente cereais matinais e fórmulas infantis.

Em relação ao ferro, a menor proporção de consumo seguro

se deu entre os menores de 13 meses. No entanto, a análise evidenciou que apenas 2 crianças apresentaram consumo superior ao UL, estando o excesso relacionado ao uso de suplementos. Uma vez que o número de indivíduos desta faixa etária é pequeno, este número repercutiu na proporção obtida (6,4%). Atualmente no Brasil, é obrigatória a adição de ferro e ácido fólico nas farinhas de trigo e milho, devendo cada 100g fornecer no mínimo 4,2mg de ferro e 150mcg de ácido fólico (20). Entretanto, esta fortificação não foi considerada neste estudo, uma vez que, naquele momento, o prazo para as empresas se adequarem à norma ultrapassava o período da coleta de dados. Neste sentido, não era possível garantir que os produtos fortificados estariam efetivamente disponíveis para consumo (21).

Na avaliação da adequação da ingestão de energia deve-se considerar o peso corporal, uma vez que este, em última análise, expressa em termos biológicos o equilíbrio de médio prazo entre ingestão e gasto de energia (22). Com base no diagnóstico antropométrico pode-se inferir que a maior parte das crianças tem ingestão adequada de energia, mas 3,9% apresentam ingestão energética insuficiente uma vez que apresentam déficit de estatura para a idade. Este déficit atinge principalmente a faixa etária de 13 a 35 meses. A proporção de crianças apresentando excesso de consumo (2,2%) está dentro do esperado.

Apesar das crianças mais novas consumirem proporcionalmente menos lipídios do que as mais velhas, o consumo médio de energia na faixa etária de 13 a 35 meses supera a EER, para ambos os gêneros, fato não observado entre as de 36 e 82 meses, sinalizando um provável déficit de consumo para as crianças mais velhas. Deve-se considerar que os valores de referência utilizados foram obtidos a partir de estudos com crianças americanas e canadenses, que não são afetadas por déficits crônicos de estatura como as brasileiras, e que a estatura influencia o valor esperado da EER.

O fato do recordatório de 24hs ter sido aplicado aleatoriamente, e não necessariamente no dia da pesagem direta, pode ter influenciado os resultados referentes à energia, mas considerou-se esta influência relativa, em função da elevada monotonia das dietas infantis. Porém, deve-se considerar a provável tendência de compensação da ingestão calórica total do dia, ou seja, quando a criança come pouco na creche, ela tende a compensar, aumentando o consumo no domicílio, sendo a recíproca verdadeira (23).

Conclui-se neste estudo, que, apesar das dificuldades vivenciadas pelas creches filantrópicas, o consumo das crianças de 4 a 82 meses pode ser considerado adequado para a maioria dos nutrientes analisados, principalmente em relação àqueles que possuem EAR. No entanto, verificou-se inadequação em relação ao consumo de folato, vitamina E e lipídios em maiores de 1 ano (13 a 47 meses), indicando que devem ser incorporadas modificações ao atendimento nutricional das crianças.

Destaca-se, ainda, que apesar da complexidade envolvida na coleta de dados representativos de ingestão alimentar conforme todos os passos estabelecidos no método das DRIs; verificou-se a possibilidade concreta de execução da proposta. Isto representa um incentivo à utilização desta metodologia em outros estudos deste porte, de forma a modificar o panorama metodológico atual das pesquisas desta natureza.

Os resultados dos estudos de consumo devem ser interpretados com cautela, uma vez que fatores como a biodisponibilidade de nutrientes também devem ser considerados. A escassez ou excesso de um nutriente não significa necessariamente a ocorrência, na mesma proporção, de distúrbios alimentares ou efeitos adversos. A avaliação nutricional deve estar pautada na obtenção e análise conjunta de fatores antropométricos, bioquímicos e de consumo.

Entretanto, observa-se que atualmente os distúrbios nutricionais têm se apresentado cada vez mais precocemente, sendo necessário que novos estudos representativos sejam realizados em relação a esta faixa etária em particular. Neste sentido, a replicação desta pesquisa, utilizando também a metodologia das DRIs, propiciará uma análise mais acurada da ingestão alimentar, e possibilitará a comparação dos dados com outras localidades e realidades, contribuindo assim, para a construção de um perfil nutricional mais amplo e fidedigno deste grupo populacional.

AGRADECIMENTO

Ao Dr. Lúcio J. Vivaldi pela assessoria e valiosa colaboração na execução do método estatístico necessário para a correção da variação intra-pessoal do consumo.

REFERÊNCIAS

- Pereira RA, Sichieri R. Métodos de Avaliação do Consumo de Alimentos. In: Kac G, Sichieri R, Gigante DP. *Epidemiologia Nutricional*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Atheneu; 2007, p.181.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, protein and acids (macronutrients)*. Washington: National Academy Press; 2002.
- Cavalcante AAM, Tinoco ALA, Cotta RMM, Ribeiro RCL, Pereira CAS, Franceschini SCC. Consumo alimentar e estado nutricional de crianças atendidas em serviços públicos de saúde do município de Viçosa, Minas Gerais. *Rev Nutr*. 2006; 19(3): 321-30.
- Castro TG, Novaes JF, Silva MR, Costa NMB, Franceschini SCC, Tinoco ALA et al. Caracterização do consumo alimentar, ambiente socioeconômico e estado nutricional de pré-escolares de creches municipais. *Rev Nutr* 2005; 18 (3):321-30.
- Distrito Federal, Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central (CODEPLAN). *Caracterização da População do Distrito Federal*. Disponível em www.codeplan.df.gov.br/publicações. Acesso em 23/10/2002.
- Erhardt J. *Nutrisurvey for Windows*. [computer program]. University of Indonesia, SEAMEO-TROPMED, 2004.
- Katzung BG. *Farmacologia Básica e Clínica*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
- Nusser SM., Carriquiry WA., Dodd KW, Fuller WAA. A semi-parametric transformation approach to estimating usual daily intake distribution. *J. Am. Statist. Assoc.* 1996; 91: 1440-9.
- Statistics Analysis System-SAS. [computer program]. Statistics Analysis Institute. Cary, SAS Institute Inc, 2004.
- Hoffmann K, Boeing H, Dufour A, Volatier JL, Telman J, Virtanem M et al. Estimating the distribution of usual dietary intake by short-term measurements. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56 (Supp 12): S53-62.
- Jelliffe DB. *Evaluacion del estado de nutrición de la comunidad*. Geneva, OMS, 1968 (Série de Monografias, 53).
- Dean AG. *Epi Info version, 6.04: a Word processing database, and statistics program for epidemiology on microcomputers*. [computer program]. Atlanta (GA): USD/Incorporated; 1996.
- Falcão-Gomes RC, Coelho, A S, Schmitz, BAS. Caracterização dos estudos de avaliação do consumo alimentar de pré-escolares. *Rev Nutr* 2006; 19 (6):713-27.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes: Applications in dietary assessment*. Washington: National Academy Press; 2000.
- Mosfegh A, Goldman J, Cleveland L. *What We Eat in America, NHANES 2001-2002: Usual Nutrient Intakes from Food Compared to Dietary Reference Intakes*. U.S Department of Agriculture, Agriculture Research Service, 2005.
- Barbosa RMS, Soares EA, Lanzilloti HS. Avaliação da ingestão de nutrientes de crianças de uma creche filantrópica: aplicação do Consumo Dietético de Referência. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2007; 7(2): 159-66.
- Fidelis CMF, Osório MM. Consumo alimentar de macro e micronutrientes de crianças menores de cinco anos no Estado de Pernambuco, Brasil. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2007; 7(1): 63-74.
- Brasil, Ministério da Saúde. *Guia alimentar para crianças menores de 2 anos*. Brasília: Ministério da Saúde; 2002.
- Arsenault JE, Brown KH. Zinc intake of US preschool children exceeds new dietary reference intakes. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 1011-7.
- Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 344, de 13 de dezembro de 2002. Disponível em www.anvisa.gov.br.
- Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 313, de 09 de dezembro de 2004. Disponível em www.anvisa.gov.br
- Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML. *Recomendações Nutricionais*. In: Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML.. *Inquéritos Alimentares: Métodos e Bases Científicas*. São Paulo: Manole; 2005. p.1-31.
- Holland CV, Szarfarc SC. Consumo energético de pré-escolar de creches. *Nutrire* 2003; 25: 61-70.

Recibido: 03-02-2010

Aceptado: 05-05-2010

Capacidad de formación de biopelículas de cepas de *Listeria monocytogenes* aisladas a partir de queso tierno de origen costarricense

Gabriela Carrillo Zeledón, Mauricio Redondo Solano, María Laura Arias Echandi

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

RESUMEN. *Listeria monocytogenes*, además de ser un género capaz de producir una enfermedad infecciosa grave en el hombre, puede formar biopelículas en distintas superficies relacionadas con el ambiente de producción alimentario. Éstas constituyen un serio problema debido a que son una fuente importante y constante de contaminación para los alimentos y el ambiente de producción, además de que las bacterias presentes en ellas poseen una aumentada resistencia hacia agentes físicos y químicos de uso frecuente. En el presente trabajo se estudió la capacidad de formación de biopelícula de cepas de *L. monocytogenes* previamente aisladas a partir de queso tierno bajo diferentes condiciones de temperatura y cultivo. Se utilizó una técnica de microplaca con diferentes medios de cultivo (CICC, CTS 1:20 y suero de queso) a diferentes temperaturas de incubación (refrigeración, ambiente y 35°C). La capacidad de formación de biopelícula fue clasificada según la densidad óptica obtenida a 620 nm. Ninguna de las cepas evaluadas fue clasificada como formadora fuerte de biopelícula bajo ninguna de las variables estudiadas, si se detectaron formadoras débiles y moderadas. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la influencia del contenido de nutrientes en el medio de cultivo sobre la formación de biopelícula, no obstante, el CICC fue el único medio que permitió la expresión de formadores moderados. Por el contrario, el suero de queso resultó poco favorecedor. La formación de biopelícula es un proceso multifactorial, donde el nivel de adsorción depende de gran cantidad de variables y cuyo estudio debe fomentarse, de manera que se desarrollen metodologías que permitan su reducción o eliminación, de manera que las industrias alimentarias aseguren productos inocuos y de buena calidad microbiológica.

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, biopelícula, queso tierno.

INTRODUCCION

La listeriosis es una enfermedad infecciosa bacteriana grave del hombre y de los animales, causada por *Listeria monocytogenes* y frecuentemente asociada al consumo de alimentos contaminados. Las manifestaciones clínicas de la listeriosis incluyen, entre otros, meningitis, encefalitis, septicemias e infecciones neonatales. Es una enfermedad infecciosa de baja morbilidad pero con una de las tasas de mortalidad más altas, variando entre 13 y 34% (1).

Esta bacteria es capaz de crecer en distintas superficies

SUMMARY. **Biofilm formation capacity of *Listeria monocytogenes* strains isolated from soft cheese from Costa Rica.** *Listeria monocytogenes* is a bacteria associated with the production of severe infectious disease in human being, but also with the formation of biofilms in different surfaces related to the food production environment. Biofilm represents a serious problem in food industry, since it is a constant and important contamination source and also, bacteria present in it have an increased resistance towards physical and chemical agents of common use. The capacity of biofilm formation of *L. monocytogenes* strains previously isolated from soft cheese samples from Costa Rica was studied under different temperature and culture conditions. The microplate technique was performed using different culture media (BHIB, TSB 1:20 and cheese serum) and at different incubation temperatures (refrigeration, environmental and 35°C). Biofilm formation capacity was classified according to the optical density obtained at 620nm. None of the strains evaluated was classified as strong biofilm former under any of the variables studied, nevertheless, weak and moderate formers were detected. The results obtained show the influence of the nutrient content of the culture media used over biofilm formation; BHIB was the only culture media that allowed the expression of moderate biofilm forms, contrary to cheese serum that did not promote biofilm production. Biofilm formation is a multifactorial process, where adsorption level depends on several variables and its study must be promoted in order to develop methodologies that allow its reduction or elimination, so food industries may offer safe food products to consumers.

Key words: *Listeria monocytogenes*, biofilm, soft cheese.

relacionadas con el ambiente de producción alimentario, y de rodearse de una matriz extracelular amorfa, formando biopelículas (2). La formación de éstas ocurre en dos fases: en la primera se da la adsorción de la bacteria a la superficie, potencialmente reversible, en la segunda se da una adherencia debido a la producción de polisacáridos extracelulares y es irreversible (3).

Las biopelículas constituyen un serio problema debido a que son una fuente importante y constante de contaminación para los alimentos y el ambiente de producción. Por otro lado, las bacterias presentes en ellas poseen una aumentada

resistencia hacia los agentes desinfectantes y detergentes (2), la desecación, la luz ultravioleta y hasta el tratamiento con antimicrobianos. (4)

En Costa Rica, el queso blanco representa un producto de amplio consumo, cerca de una cuarta parte de la producción nacional de leche es dedicada a su elaboración (5). Sin embargo, este producto, así como su ambiente de producción, son vulnerables a la contaminación con *L. monocytogenes* y a la formación de biopelícula a partir de varios productos derivados del proceso de manufactura, especialmente el suero de queso, el cual es generado en un amplio porcentaje a partir de la leche utilizada como materia prima. El suero desechado se convierte en un contaminante habitual en las fábricas de queso donde representa un problema importante para los productores artesanales. Dado lo anterior, se pretende con este trabajo estudiar la capacidad de formación de biopelículas bajo diferentes condiciones de temperatura y de cultivo de diversas cepas de *L. monocytogenes* previamente aisladas a partir de alimentos.

MATERIAL Y METODOS

Cepas bacterianas

Se utilizaron 13 cepas de *L. monocytogenes*, aisladas e identificadas previamente, de muestras de queso tierno provenientes de dos zonas productoras de Costa Rica (Coronado y Zarcero), (6), una cepa ATCC 19116 y tres cepas aisladas en el Hospital Nacional de Niños (HNN) a partir de casos clínicos. Estas cepas se mantuvieron en congelación a -70°C en viales conteniendo caldo infusión cerebro corazón (CICC) y glicerol al 30%. Se reactivaron utilizando CICC, incubando a 35°C por 24 h y se verificó su pureza rayando en agar sangre.

Formación de biopelículas utilizando la técnica de microplaca (7)

Las cepas bacterianas, una vez reactivadas, fueron ajustadas al estándar de McFarland 1 en agua peptonada estéril al 0.1% (APE). Se tomó tres alícuotas de 500 µl cada una, las cuales fueron agregadas a tubos con 10 mL de CTS, e incubadas a tres temperaturas diferentes: 35°C por 24 h, a temperatura ambiente (24-25°C) por 24 y 48 horas y refrigeración (3-8°C) por 7 días. De la misma manera se realizaron pruebas de crecimiento a temperatura ambiente y 35°C en tubo utilizando suero de queso autoclavado como sustrato. Estas condiciones fueron utilizadas con el fin de tener una mejor idea de la cinética de crecimiento de la bacteria ante las diversas condiciones ambientales que se pueden dar. Esto permitió establecer los parámetros de tiempo de incubación empleados en los experimentos con las placas descritos más adelante.

La cuantificación de la producción de biopelículas se realizó según el método descrito por Stepanovic *et al* (4)

modificado. Brevemente, se utilizaron placas de 96 hoyos estériles, a los cuales se les agregó 230 µl del medio de cultivo a evaluar: CICC, CTS (caldo tripticase soya) 1:20 (placas 1-4) o suero obtenido a partir de queso y esterilizado en autoclave (121°C, 15 min, 15 lbs presión) (placas 5 y 6). A cada uno de estos se agregó 20 µl de cada una de las suspensiones bacterianas preparadas previamente (por triplicado) y se incubaron en aerobiosis y cámara húmeda de acuerdo a la Tabla 1.

TABLA 1
Sustrato, temperatura y tiempo de incubación evaluados para la producción de biopelícula por cepas de *L. monocytogenes*

Placa	Sustrato	Temperatura	Tiempo
1	CICC	35 °C	24 h
	CTS	35°C	24 h
2	CICC	Ambiente	24 h
	CTS	Ambiente	24 h
3	CICC	Ambiente	72 h
	CTS	Ambiente	72 h
4	CICC	Refrigeración	7 días
	CTS	Refrigeración	7 días
5	Suero de queso	Ambiente	24 h
6	Suero de queso	35°C	72 h

Cabe destacar que el suero de queso propició resultados negativos en cuanto a la formación de biopelícula a temperatura ambiente y a 35°C por lo que se descartó su análisis en condiciones de refrigeración.

También, que estas condiciones fueron seleccionadas pues se buscaba imitar situaciones de crecimiento que se presentan en el ambiente real de una planta procesadora de queso.

Como control negativo se utilizó el medio o el suero de queso sin inocular. Transcurrido el tiempo de incubación, se procedió a eliminar el contenido de las placas, se realizó tres lavados con 300 µl de agua destilada estéril. Seguidamente se agregaron 250 µl de cristal violeta por 5 min, con el objeto de teñir las bacterias presentes en la biopelícula. Se eliminó el exceso de colorante y una vez secos los hoyos, se agregó 250 µl de ácido acético glacial 33% con el fin de eliminar el colorante de las bacterias presentes en la placa. Se leyó la densidad óptica de los hoyos a 620 nm utilizando un espectrofotómetro Reader 250 (Biomerieux®).

La capacidad de las cepas de producir biopelícula fue clasificada de acuerdo a la densidad óptica (DO) obtenida a 620 nm.

El punto de corte (D.O.C.) y la clasificación de las cepas fueron definidos de acuerdo a las recomendaciones de Stepanovic *et al.* (4). El D.O.C. está conformado por el

promedio de las densidades ópticas obtenidas en los controles negativos más 3 desviaciones estándar. Se considera como no productoras de biopelícula a aquellas cepas con una DO inferior al DOC, cepas productoras débiles a aquellas con una DO superior a DOC e inferior a 2 DOC, moderadas aquellas que presentan una DO entre 2 DOC y 4 DOC y fuertemente productoras a aquellas que presentan una DO superior a 4 DOC.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante una prueba F (inferencia estadística) con el fin de determinar con un 95% de confianza la existencia de diferencias estadísticamente significativas. La comparación se efectuó utilizando los promedios de las densidades ópticas obtenidas por todas las cepas, a partir de cada sustrato, en cada una de las condiciones de incubación del experimento.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presenta la clasificación de las cepas de *L. monocytogenes* evaluadas según su capacidad para formar biopelículas. De acuerdo a los resultados obtenidos, ninguna de las cepas evaluadas fue clasificada como formadora fuerte de biopelícula, bajo ninguna de las variables estudiadas. No

obstante, existe diferencia estadísticamente significativa entre las cepas aisladas a partir de queso y las de origen clínico, siendo éstas últimas las que presentan mayor porcentaje de recuperación.

Al analizar los porcentajes de formación de biopelícula según el sustrato utilizado, no se puede discernir ninguna tendencia que favorezca a uno u otro. No obstante, el CICC permitió la detección de formadores moderados de biopelícula, no así el CTS 1:20.

Al analizar las densidades ópticas obtenidas a partir de cada sistema de incubación, se encuentra que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los sustratos utilizados para todos los sistemas de incubación, excepto cuando se utilizó una incubación a temperatura ambiente por 24 h.

Se realizó una comparación entre los sistemas de incubación a temperatura ambiente por diferentes períodos de tiempo y también se encontró una diferencia estadísticamente significativa, lo cual pone de manifiesto la relevancia del período de incubación en la formación de biopelículas.

Cuando se utiliza el suero de queso como sustrato, únicamente 6% de las cepas que se incuban a temperatura ambiente se comportan como formadoras débiles de biopelículas y a 35°C el 100% se comporta como no formador.

TABLA 2
Clasificación de las cepas de *Listeria monocytogenes* según su capacidad para formar biopelículas (%)

Clasificación	35°C- 24 h		T. amb 24 h		T. amb 72 h		4°C 7 d		suero queso	
	CTS1:20	CICC	CTS1:20	CICC	CTS1:20	CICC	CTS1:20	CICC	25°C	35°C
Formador moderado		6%				17%				
Formador débil	6%	94%	44%	6%	72%	83%	50%	6%		
No formador	94%		56%	94%	100%	11%	17%	50%	94%	100%

DISCUSION

La capacidad de formación de biopelícula depende de varios factores, muchos de ellos aún desconocidos (8), uno de estos es el contenido de nutrientes del medio de cultivo. En el presente trabajo, la capacidad de formación de biopelícula por cepas de *L. monocytogenes* fue evaluada utilizando sustratos que emularan, de la mejor manera posible, las condiciones reales de las plantas procesadoras de queso. Con base en lo anterior, se utilizó CTS diluido, reportado en la literatura como el medio que mejor puede imitar las condiciones de este tipo de plantas procesadoras (9), CICC como medio más rico en nutrientes y suero de queso dada la gran producción de éste dentro de las industrias queseras.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la influencia

del contenido de nutrientes en el medio de cultivo sobre la formación de biopelícula. Tanto el CICC como el CTS diluido 1:20 propiciaron la formación de biopelícula, coincidiendo con los resultados obtenidos por varios autores (4,9). El CICC fue el único medio que permitió la expresión de formadores moderados de biopelícula. Por el contrario, el suero de queso sin diluir, a pesar de contener nutrientes y permitir un buen crecimiento de *L. monocytogenes*, y otros grupos bacterianos (bacterias mesófilas y coliformes) con base en pruebas realizadas en previamente (datos no mostrados), fue el elemento que menos favoreció la formación de biopelícula. Este comportamiento, coincide con los resultados obtenidos por Shi et al, 2009, quienes demuestran que la utilización de leche sin diluir como sustrato para la formación de biopelículas no es funcional, debido a la presencia de proteínas propias

que inhiben la unión bacteriana a diferentes soportes, incluyendo el teflón y el metal (10).

De la misma manera, el pH promedio del suero de queso fue de 5,5, el cual resulta muy ácido para la excreción de sustancias exopoliméricas necesarias para la formación de biopelícula: normalmente, éste debe ser cercano a 7,0 para una producción óptima (11).

El período de incubación también es un factor que afecta la formación de biopelícula, tal y como lo demuestran los resultados obtenidos en este trabajo, donde se pone de manifiesto que mayores tiempos permiten una expresión diferenciada de la capacidad de formación de biopelícula. Como se aprecia en la tabla 2 el factor tiempo parece ejercer un efecto deletéreo en la capacidad de formación de biopelículas cuando el CTS diluido fue empleado como sustrato de crecimiento. Lo contrario ocurre cuando el CICC fue utilizado bajo las mismas condiciones de incubación.

Cabe destacar que la mayoría de las cepas analizadas en este estudio provenían de aislamientos en alimentos y presentaron un comportamiento poco invasivo, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Van Langendonck y colaboradores, los cuales determinaron que en los alimentos y en el ambiente es muy frecuente aislar cepas de *L. monocytogenes* de poca virulencia (12).

Concluyendo, la formación de biopelícula es un proceso multifactorial, donde el nivel de adsorción depende de la superficie seleccionada, el pretratamiento que se dé a ésta, las condiciones ambientales y de crecimiento de las cepas, el pH y la temperatura (13) y donde la cantidad de nutrientes del medio sustrato son determinantes, así como la extensión del período de tiempo de contacto. Es necesario, en trabajos futuros, estudiar otras variables que puedan favorecer la formación de biopelículas, de manera que se puedan desarrollar metodologías que permitan reducir y/o eliminar la formación de las mismas en las plantas de procesamiento de alimentos y así asegurar productos inocuos y de buena calidad microbiológica.

REFERENCIAS

1. 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
2. Boruck M, Peppin J, White D, Loge F % Call D. Variation in biofilm formation among strains of *Listeria monocytogenes*. Appl. Environ. Microbiol. 2003. 69: 7336-7342.
3. Kalmokoff J, Austin X, Wan G, Sanders S, Benerjee S & Farber J. Adsorption, attachment and biofilm formation among isolates of *Listeria monocytogenes* using model conditions. J. Appl. Microbiol. 2001. 91: 725-734.
4. Stepanovic S, Cirkovic I, Raning L & Svabic-Vlahovic M. Biofilm formation by *Salmonella* spp and *Listeria monocytogenes* on plastic surface. Lettrs. Appl. Microbiol. 2004. 38: 428-432.
5. 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.
6. Chaves C. Arias ML Caracterización de cepas de *Listeria monocytogenes* realizados a partir de queso fresco proveniente de diferentes zonas productoras costarricenses..Arch. Lat. Nut. 2009 59 (1): 66-70.
7. Djordjevic D, Wiedmann M, McLandsboroug M. Microtiter plate assay for assessment of *Listeria monocytogenes* biofilm formation. Appl. Environ. Microbiol. 2002. 68: 2950-2958.
8. Dubravka M, Ruzica A, Misic D, Branka V & Ratajac R. Investigation of biofilm formation in vitro ability of *Listeria monocytogenes* strains isolated from animals Acta Veterinaria Beograd. 2007. 57: 429-440.
9. Hood Z. Adherence to stainless steel by foodborne microorganisms during growth in model food systems. Int. J. Food Microbiol. 1997. 64: 37-72.
10. Shi X & Zhu X. Biofilm formation and food safety in food industries. Trend Food Sci. Technol. 2009. 20: 1-7.
11. Roger T, Bhakoo M & Zhang Z. Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. Progress in Natural Science. 2008. 18: 1049-1056.
12. Van Langendonck N, Botreau E, Bailly s, Tabouret M, Marly J, Pardon P & Velge P. Tissue culture assays using Caco-2 cell line differentiate virulent from non virulent *Listeria monocytogenes* strains. J. Appl. Microbiol. 1998. 85: 337-346.
13. Norwood D & Gilmour A. The differential adherence capabilities of two *Listeria monocytogenes* strains in monoculture and multispecies biofilms as a function of temperature. Lettrs. Appl. Microbiol. 2001. 33: 320-324.

Recibido: 23-09-2009

Aceptado: 27-01-2010

Evaluación microbiológica de alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses

Evelyn Rodríguez-Cavallini, César Rodríguez, María del Mar Gamboa, María Laura Arias

Laboratorio de Investigación en Bacteriología Anaerobia y Laboratorio de Microbiología de Alimentos. Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales y Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica

RESUMEN. Los alimentos listos para su consumo (ALC) son alimentos procesados que pueden consumirse sin ningún tratamiento térmico adicional, lo que ha incrementado su popularidad. El objetivo de este estudio fue determinar la inocuidad y calidad microbiológica de 90 ALC producidos por pequeñas industrias costarricenses, con el fin de evaluar el riesgo para la salud pública. Se analizaron 26 encurtidos, 18 aderezos, 18 ensaladas, 12 dulces en conserva y 16 antipastos. A cada muestra se le determinó el pH y la presencia por cultivo de indicadores de calidad microbiológica y de patógenos (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum* y *Bacillus cereus*); además, se investigó por PCR la presencia de genes que codifican por las toxinas de *C. botulinum* y *C. perfringens*. Un 37% de las muestras tuvo un nivel de acidez que podría permitir la proliferación de patógenos ($\text{pH} \geq 4.5$). En general, los indicadores de vida útil fueron aceptables, siempre y cuando los ALC se mantengan en condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Un 64% de las muestras presentó valores de coliformes totales que sugieren mala higiene en su elaboración ($\text{NMP/g} > 1000$), que se confirma con el hallazgo de coliformes fecales en el 56% y que las hace inaceptables para el consumo humano. Todos los cultivos para patógenos fueron negativos, excepto cuatro para *B. cereus*. No se detectaron toxinas de *C. botulinum* y solo una muestra fue positiva para el PCR de *C. perfringens*. Este estudio evidencia una importante contaminación fecal en ALC, una situación indeseable y totalmente prevenible si se practican técnicas adecuadas de manejo de alimentos, de higiene y se presta mayor atención a los puntos críticos de control. **Palabras clave:** Alimentos listos para consumo, calidad microbiológica, contaminación fecal, inocuidad alimentaria.

INTRODUCCION

Los alimentos listos para su consumo (ALC) son alimentos procesados que pueden ser crudos o cocidos, venderse calientes o fríos (1) y consumirse sin ningún tratamiento térmico adicional (2). En los últimos años la popularidad de este tipo de alimentos se ha incrementado, ya que representan una opción fácil y nutritiva para el consumidor. Por otro lado, representan una industria creciente, que ofrece oportunidades laborales, especialmente en países en vías de desarrollo como Costa Rica.

SUMMARY: Microbiological evaluation of ready-to-eat foods manufactured by small Costa Rican industries. Ready-to-eat (RTE) foods are processed foodstuffs which have gained popularity in recent times because they can be ingested without further thermic treatments. In this work, the microbiological quality and safety of 90 samples of RTE foods manufactured by small Costa Rican industries was determined to evaluate whether they represent a Public Health risk. Twenty-six samples of pickled vegetables, 18 dips, 18 salads, and 12 sweet treats were studied. Each sample was analyzed with regard to its pH, the presence of culturable microbiological quality indicators and recognized foodborne pathogens (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, and *Bacillus cereus*) Selected genes encoding toxins of *C. botulinum* and *C. perfringens* were screened by PCR. Thirty-seven percent of the samples had a level of acidity that could allow the growth and proliferation of bacterial pathogens ($\text{pH} \geq 4.5$). The shelf-life indicators were acceptable but only if the RTE foods are kept at adequate conditions of temperature and humidity. Sixty-four percent of the RTE foods had total coliforms values that evidence inadequate hygiene practices during its elaboration ($\text{MPN/g} > 1000$). This result was confirmed by the finding of fecal coliforms in 56 % of the samples, which, by the way, are unacceptable for human consumption. All cultures for pathogens were negative, except for 4 samples that contained *B. cereus*. Toxins of *C. botulinum* were not detected and one single sample was positive for the PCR for *C. perfringens*. The elevated degree of fecal contamination detected in the RTE could be prevented by means of good manufacturing practices, better hygiene measures and a deeper attention to critical control points.

Key words: Ready to eat foods, microbiological quality, fecal contamination, food safety.

A pesar de su amplia aceptación, los ALC pueden representar un riesgo para la salud pública, debido a su contaminación con microorganismos patógenos como consecuencia de una inadecuada manipulación durante su preparación. Esta situación ya ha sido reportada en Tailandia, el Reino Unido y en Taiwan (1,3,4) y representa un reto para las autoridades sanitarias de países donde las enfermedades de origen alimentario tienen una alta morbilidad y donde no existen estándares microbiológicos específicos para los ALC (5).

La calidad microbiológica y la vida útil de los alimentos

se puede estimar determinando el número de bacterias aerobias y anaerobias, el recuento de bacterias lácticas y esporuladas (que resisten algunos tratamientos térmicos y condiciones de acidez), la presencia de indicadores de contaminación fecal e higiene (coliformes fecales y totales) y de patógenos reconocidos, entre los que podemos citar a *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* sp., *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* y *C. botulinum*.

En esta investigación se analizaron estos parámetros en 90 muestras de diferentes ALC producidos por pequeñas industrias costarricenses, empacados en bolsas o recipientes descartables y distribuidos en comercios tales como supermercados, pulperías o abastecedores, con el fin de estimar si estos alimentos representan un riesgo para la salud de los consumidores.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto fue realizado en los laboratorios de Investigación en Bacteriología Anaerobia y de Alimentos y Aguas de la Facultad de Microbiología, de la Universidad de Costa Rica. Se analizaron muestras, de tres lotes diferentes, de encurtidos (n=26), aderezos (n=18), ensaladas (n=18), dulces en conserva (n=12) y antipastos (n=16) elaborados por pequeñas industrias costarricenses (n_{total}=90). Las muestras fueron adquiridas en supermercados, pulperías o abastecedores del Área Metropolitana de San José, Costa Rica, transportadas hasta el laboratorio a la temperatura de mantenimiento en el supermercado y analizadas antes de su fecha de vencimiento. A cada muestra se le determinó directamente el valor de pH y se le investigaron, mediante cultivo, indicadores de calidad microbiológica y la presencia de patógenos. La presencia de *Clostridium botulinum* y de *C. perfringens* fue investigada además, por PCR de fragmentos conservados.

Calidad microbiológica

Se siguió la metodología descrita por Pouch (6) para los recuentos totales de bacterias aerobias y anaerobias mesófilas, así como de esporulados aerobios y anaerobios. Brevemente, se pesó 25 gramos de cada muestra en bolsa de Stomacher® donde se homogeneizó con 225 mL de agua peptonada estéril 0.1% (APE); se hicieron diluciones adicionales hasta 10⁻⁵ en APE. De cada dilución se inoculó, por duplicado, placas de agar estándar suplementados con 2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolium (TTC) que fueron incubados en aerobiosis por 48 h a 35°C para el recuento total aerobio (RTA) y placas de agar estándar, incubados en jarras de anaerobiosis de 3 a 5 días a 35°C para el recuento total anaerobio (RTAn). Adicionalmente, cada dilución se inoculó, por duplicado en placas de agar "Man Rogosa Sharp" (MRS), incubados por 4 días a 20°C en atmósfera microaerofílica para el recuento de bacterias lácticas. Para el recuento de esporulados aerobios y

anaerobios (REA y REAn), la dilución inicial fue calentada a 80°C por 10 min y se inoculó siguiendo la metodología citada antes. El número más probable por gramo (NMP/g) de coliformes totales (CT) y fecales (CF) fue determinado en serie de tres tubos, inoculando 1 ml de cada dilución en caldo lactosado simple + campana Durham, los cuales fueron incubados por 48 h a 35°C; los tubos que presentaron gas fueron inoculados en caldo bilis verde brillante e incubados por 48 h a 35°C para la determinación de coliformes totales y en tubos de caldo *Escherichia coli*, los cuales fueron incubados por 24 h a 44.5°C para confirmar la presencia de coliformes fecales.

Presencia de patógenos

Se siguió la metodología recomendada por Pouch (6) y Jousimies-Somer y colaboradores (7) para la determinación de *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Salmonella* spp., *C. botulinum* y *C. perfringens*. La detección de *L. monocytogenes* se realizó homogeneizando 25 g de muestra en 225 ml de caldo Listeria, el cual fue incubado por 48 h a 30°C y posteriormente inoculado en placas de agar Oxford que fueron incubados por 48 h a 35°C. La presencia de *B. cereus* fue determinada homogeneizando 25 g de muestra en 225 ml de caldo tripticosa soya con polimixina, que fue incubado por 24 h a 35°C. En este caso, el aislamiento selectivo se hizo en placas de agar polimixina-manitol-yema de huevo que se incubaron por 24 h a 35°C. La detección de *Salmonella* spp. se realizó homogeneizando 25 g de muestra en 225 ml de caldo lactosa incubado por 24 h a 35°C. Posteriormente se hizo un enriquecimiento selectivo en caldo tetracionato por 24 h a 43°C y en caldo selenito- cistina por 24 h a 35°C. El aislamiento selectivo fue realizado en placas de agar Hecktoen y agar XLD incubados 24 h a 35°C.

Para el cultivo de *C. botulinum* y *C. perfringens* se inoculó, con técnica anaeróbica, de 1 g de muestra homogeneizada en dos tubos con 15 ml de medio Chopped Meat (CM) pre-reducido. El tubo utilizado para aislar *C. botulinum* se incubó por 72 h a 35°C y se inoculó en placas de agar yema de huevo (AYH) que se mantuvieron en anaerobiosis por 72 h a 35°C. Por su parte, el tubo utilizado para aislar *C. perfringens* se incubó por 24 horas a 44°C y luego se inoculó en agar oleandomicina-polimixina-sulfadiazina (OPSP) que se incubó en anaerobiosis por 24 h a 44°C. Estos procedimientos se validaron haciendo uso de las cepas control *Listeria monocytogenes* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 14579, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Clostridium botulinum* ATCC 19397 y *Clostridium perfringens* ATCC 13134.

PCR para *C. botulinum* y *C. perfringens*

Se extrajo ADN a partir de agrupaciones de colonias lipasa positivas en placas de AYH y de colonias negras en placas de OPSP, con el protocolo para bacterias Gram-positivas del kit

DNEasy Blood & Tissue (Qiagen). Para la detección de cepas de *C. botulinum* potencialmente toxigénicas se usó el PCR múltiple descrito por Lindström y colaboradores (8) y las cepas control *C. botulinum* ATCC 19397 (tipo A), *C. botulinum* ATCC 7949 (tipo B), *C. botulinum* ATCC 17786 (tipo E) y *C. botulinum* ATCC 25764 (tipo F). Por su parte, la detección molecular de *C. perfringens* potencialmente toxigénico se basó en la amplificación de un fragmento del gen que codifica por la enterotoxina de esta bacteria (9). Como control positivo se utilizó ADN genómico de la cepa *C. perfringens* LIBA 89.

RESULTADOS

El pH promedio de los diferentes tipos de muestras osciló entre 3,6 y 4,7 (Tabla 1). Cabe destacar que el 37% de las muestras tuvo un valor de pH igual o mayor a 4,5 lo que, bajo determinadas condiciones ambientales, podría permitir el crecimiento de *C. botulinum* y de otros patógenos (10).

TABLA 1
Valores de pH promedio en 90 alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses

Tipo de alimento	pH promedio
Encurtidos (n=26)	3,6 ± 0.7
Aderezos (n=18)	4,0 ± 0.6
Ensaladas (n=18)	4,3 ± 0.4
Dulces en conserva (n=12)	4,7 ± 0.6
Antipastos (n=16)	4,6 ± 1.0

Con respecto al RTA, un 6% de los aderezos y ensaladas tenían entre 10^6 UFC/g y 10^8 UFC/g, valor que se considera límite (6). El 39% de los aderezos, 38% de los antipastos y 28% de las ensaladas presentaron RTA superiores a 10^6 UFC/g. Destaca el hallazgo de esporulados tanto aerobios como anaerobios en un porcentaje cercano al 50% de las muestras de aderezos y encurtidos. Por otra parte, se hallaron más de 10^6 UFC de bacterias lácticas/g en tan solo el 6% de los antipastos, 6% de los aderezos y 4% de los encurtidos (Tabla 2).

TABLA 2
Valores porcentuales de recuentos (UFC/g) de indicadores de vida útil y de bacterias esporuladas en 90 alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses

	Indicadores de vida útil									Recuento de esporulados					
	Recuento total Aerobio			Recuento total anaerobios			Recuento de bacterias lácticas			Aerobios			Anaerobios		
	<10	< 10^6	> 10^6	<10	< 10^6	> 10^6	<10	< 10^6	> 10^6	<10	< 10^6	> 10^6	<10	< 10^6	> 10^6
Encurtidos (n=26)	38	62	0	34	58	8	65	31	4	58	42	0	50	46	4
Aderezos (n=18)	39	55	6	22	39	39	55	39	6	50	50	0	33	61	6
Ensalada (n=18)	0	94	6	0	72	28	61	39	0	0	100	0	0	100	0
Dulces (n=12)	25	75	0	8	92	0	75	25	0	17	83	0	0	100	0
Antipastos (n=16)	0	100	0	0	62	38	44	50	6	44	56	0	6	94	0

A pesar de que algunos recuentos fueron altos, la mayoría de los tipos de muestras presentó recuentos asociados a vida útil dentro de valores aceptables ($< 10^6$ UFC/g) siempre y cuando se den las adecuadas condiciones de almacenaje del producto y consumo a corto plazo. Sin embargo, cabe destacar que una muestra de aderezo mostró valores superiores a 10^6 UFC/g en todos los parámetros evaluados.

Aunque puede ser usual encontrar coliformes totales en ALC, es importante destacar que 58 muestras (64%) presentaron valores que sugieren una mala higiene en su elaboración (NMP/g > 1000). Esta noción se confirma con el hallazgo de coliformes fecales en 50 muestras (56%), lo que

las convierte en inaceptables para el consumo humano. Un 17% de los aderezos y ensaladas presentaron más de 1000 NMP/g de coliformes fecales (Tabla 3), evidenciando la utilización de materia prima contaminada o bien contaminación post-proceso.

Todas las muestras fueron negativas por cultivo para *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *C. perfringens* y *C. botulinum*, en tanto que cuatro muestras fueron positivas por *B. cereus* (un encurtido, dos aderezos y un dulce). No se detectaron los genes para las toxinas de *C. botulinum* y una única muestra fue positiva por PCR para la enterotoxina de *C. perfringens* (aderezo de yogurt).

TABLA 3

Valores porcentuales de indicadores de higiene y contaminación fecal (NMP/g) de 90 alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses

	Coliformes totales			Coliformes fecales		
	<3	10-1000	>1000	<3	10-1000	>1000
Encurtidos n=26	65	8	27	77	15	8
Aderezos n=18	56	16	28	61	22	17
Ensaladas n= 18	0	78	22	11	72	17
Dulces n=12	33	67	0	42	58	0
Antipastos n=16	19	56	25	19	70	11

DISCUSION

Los ALC representan en la actualidad una alternativa de nutrición fácil y asequible para la población en general. No obstante, estos productos pueden representar un riesgo para la salud de los consumidores ya que han sido, reiteradamente, asociados con la transmisión de enfermedades de origen alimentario (1,3,4).

Los encurtidos, que fueron los ALC más ácidos debido a que contienen al menos 5% de ácido acético y se preparan con ingredientes escaldados (11), fueron los productos que más frecuentemente dieron lugar a valores negativos en los indicadores de vida útil e higiene (<10 UFC/g). Esto a pesar de que los vegetales son ampliamente reconocidos como portadores de una amplia variedad y cantidad de microorganismos (12).

Los aderezos son productos perecederos que usualmente se mantienen en refrigeración y que generalmente contienen ácido benzoico como preservante (13). Los aderezos analizados en este estudio no tenían preservantes y venían empacados en forma hermética; bajo estas condiciones, los recuentos altos de anaerobios y en menor grado de aerobios, podrían acortar considerablemente su tiempo de vida útil.

Llama la atención que un alto porcentaje de los encurtidos y aderezos hayan tenido esporulados aerobios y anaerobios, ya que su empaque podría favorecer el desarrollo de patógenos esporulados anaerobios como *C. botulinum* o *C. perfringens* y aerobios como *B. cereus*. Aunque no todos fueron encontrados en este estudio, existe un riesgo potencial de que puedan estar presentes en este tipo de muestras.

Los RTA, RTAn y los recuentos de bacterias lácticas de las ensaladas indicaron que tendrían una larga vida útil, no obstante, un 89% de las muestras se catalogaron como inaceptables para consumo humano debido a que estaban contaminadas con materia fecal. Múltiples investigaciones realizadas en diversas partes del mundo han puesto de manifiesto este tipo de contaminación en los ALC (1,14). Se ha descrito que la contaminación de los vegetales puede

provenir del suelo, agua de riego o de su manipulación posterior (6). Estudios anteriores realizados con hortalizas cultivadas en Costa Rica reportan un 100% de contaminación fecal con densidades poblaciones superiores a 10⁴ UFC/g en estos productos (12). Además, cabe hacer notar que el troceo de los vegetales provoca un aumento de humedad y liberación de nutrientes que pueden favorecer el crecimiento de microorganismos, lo que agravaría el problema (15). Finalmente se debe considerar el contacto de los vegetales con superficies y equipo difícil de higienizar de manera adecuada (16).

A pesar de presentar el mayor valor de pH promedio, los dulces evaluados presentaron los mayores índices de vida útil, probablemente debido a su baja disponibilidad de agua; la contaminación fecal detectada pudo originarse en alguna etapa posterior al proceso de producción. Una situación similar podría haber ocurrido con los antipastos, pues en todos los casos, los antipastos eran de vegetales con algún grado de cocimiento previo.

Se aisló *B. cereus* en cuatro muestras y se obtuvo un único resultado positivo para la enterotoxina de *C. perfringens*. En este sentido, cabe destacar la importancia de una adecuada manipulación y almacenamiento de los alimentos, especialmente en referencia a la presencia de *B. cereus*, a fin de evitar que este patógeno alcance poblaciones que puedan comprometer la salud del consumidor.

La baja frecuencia de detección de *B. cereus* contrasta con estudios en Brazil (17), Japón (18) y Australia (19), entre otros, en los que se aisló con una frecuencia mayor. También llama la atención por su común cultivo a partir de especias, ensaladas y vegetales, así como de alimentos listos para consumo (20,21).

Las enfermedades de origen alimentario son consideradas por la FAO (Food and Agricultural Organization) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) como el problema de salud con mayor distribución en el mundo y como una causa importante de la reducción de la productividad económica de las naciones (22). Este estudio evidencia una importante contaminación fecal en productos listos para su consumo, una situación indeseable y totalmente prevenible si se practican las adecuadas técnicas de manejo de alimentos, de higiene y se presta mayor atención a los puntos críticos de control de su formulación. Al respecto, y con el propósito de colaborar con la pequeña industria costarricense, se alertó a los productores nacionales acerca de los resultados del estudio y se les brindaron medidas correctivas pertinentes. Se espera así, contribuir con el mantenimiento de la buena salud de la población.

AGRADECIMIENTOS

A los señores Pablo Vargas, Laura Villalobos y Martín Quesada por su asistencia técnica y a la Vicerrectoría de

Investigación de la Universidad de Costa Rica por el apoyo económico.

REFERENCIAS

- Chomvarin C, Chantarasuk Y, Srigulbutr S, Chareonsudjai S, Chaicumpar K. Enteropathogenic bacteria and enterotoxin producing *Staphylococcus aureus* isolated from ready to eat foods in Khon Kaen, Thailand. *Southeast Asian J.* 2006;37:983-90.
- Clarence YS, Obinna CN, Shalom NC. Assessment of bacteriological quality of ready to eat food (Meat pie) in Benin City metropolis, Nigeria. *African J Microbiol Research* 2009;3:390-5.
- Gillespie I, Little C, Mitchell R. Microbiological examination of cold ready to eat sliced meats from catering establishments in the United Kingdom. *J Appl Microbiol.* 2000;88:4767-74.
- Fang TJ, Wei QK, Liao CW, Hung MJ, Wang TH. Microbiological quality of 18 degrees C ready to eat food products sold in Taiwan. *Int J Food Microbiol.* 2003;80:241-50.
- Wei Q-K, Hwang S-L, Chen T-R. Microbiological Quality of Ready-to-eat Food Products in Southern Taiwan. *J Food Drug Anal.* 2006;14:68-73.
- Pouch F, Ito K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington DC: APHA; 2001
- Jousimies-Somer HR, Summanen P, Citron DM, Baron EL, Wexler HM, Finegold S. *Anaerobic Bacteriology Manual.* 6th ed. California: Star Publishing Company; 2002.
- Lindström M, Keto R, Markkula A, Nevas M, Hielm S, Korkeala H. Multiplex PCR assay for detection and identification of *Clostridium botulinum* types A, B, E, and F in food and fecal material. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001;67:5694-9.
- Fach P, Popoff M. Detection of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in food and fecal samples with a duplex PCR and the slide latex agglutination test. *Appl. Environ. Microbiol.* 1997;63:4232-6.
- Graham AF, Mason DR, Peck MW. Inhibitory effect of combinations of heat treatment, pH, and sodium chloride on a growth from spores of nonproteolytic *Clostridium botulinum* at refrigeration temperature. *Appl. Environ. Microbiol.* 1996;62: 2664-8.
- Sánchez-Pineda MT. Procesos de conservación poscosecha de productos vegetales. Madrid: AMV Ediciones; 2004.
- Calvo M, Carazo M, Arias ML, Chaves C, Monge R, Chinchilla M. Prevalencia de *Cyclospora* sp., *Cryptosporidium* sp., microsporidios y determinación de coliformes fecales en frutas y vegetales frescos de consumo crudo en Costa Rica. *Arch Latinoamer Nutr.* 2004;54:428-32.
- Mosupye F, Von Holy A. Microbiological quality and safety of ready-to-eat street-vended foods in Johannesburg, South Africa. *J Food Prot.* 1999;62:1278-84.
- López L, Romero J, Duarte F. Calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en vegetales pretrozados expendidos en Chile. *Arch Latinoamer Nutr* 2003;53:383-8.
- Watada AE, Ko NP, Minott DA. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharv Biol and Technol.* 1996;9:115-25.
- Garg N, Churey J, Splittstoesser L. Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. *J Food Prot.* 1990; 70:1-3.
- Hanashiro A, Matté G, Matté M, Torres E. Microbiological quality of selected street foods from a restricted area of Sao Paulo city, Brazil. *Food Control* 2004;15:439-44.
- Ken Ichi K, Hideki H, Yoshimitsu O, Junko K, Masahiko K, Koki T, Yasuo O, Masuo O. Bacterial contamination of ready to eat foods and fresh products in retail shops and factories. *J Food Prot.* 1999; 62:644-9.
- Australian Capital Territory Health Protection Service. Microbiological and Chemical Quality of Dips (Food Survey Reports 1997-1998): 1-4.
- Little C, Omotoye R, Mitchell R. The microbiological quality of ready-to-eat foods with added spices. *Int J Environ Health Res.* 2003;13:31-42.
- Banerjee, M, Sarkar, P.K. Growth and enterotoxin production by sporeforming bacterial pathogens from spices. *Food Control* 2004;15:491-6.
- Edema MO, Omemu AM, Bankole MO. Microbiological safety and quality of ready to eat foods in Nigeria. In: Book of Abstract of the 29th annual Conference and General Meeting, Abeokuta 2005. *Nig Soc Microbiol* 2005: p 17.

Recibido: 05-05-2010

Aceptado: 28-06-2010

Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto

Elizabeth Contreras López, Judith Jaimez Ordaz, Griselda Porras Martínez, Luis Felipe Juárez Santillán, Javier Añorve Morga y Socorro Villanueva Rodríguez

Area Académica de Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera, Pachuca, Hidalgo, México.
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco México

RESUMEN. El atole es una bebida prehispánica mexicana tradicionalmente preparada con maíz; sin embargo cereales como el arroz y el amaranto también han sido usados empleados. El objetivo fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una harina para preparar una bebida (atole) a base de amaranto a fin de determinar su aporte nutricional. El análisis bromatológico del atole de amaranto y de las marcas comerciales (a base de maíz y arroz) fue realizado siguiendo las técnicas de la AOAC. El análisis de minerales se llevó a cabo mediante espectrofotometría de absorción atómica. La determinación de la viscosidad se realizó en un reómetro en un intervalo de temperatura de 25 a 90°C. El perfil descriptivo cuantitativo (QDA) del atole de amaranto fue determinado por un panel de 10 jueces entrenados. El atole de amaranto presentó un mayor contenido de proteína y grasa que los atoles de maíz y arroz. En general, sodio y potasio fueron los macrominerales más abundantes. Los atoles de maíz y arroz presentaron una viscosidad constante de 20 a 84°C, a partir de 85°C se observó un incremento importante de ésta; en el atole de amaranto se detectó este incremento a 75°C. Los descriptores definidos por los jueces entrenados para los perfiles descriptivos cuantitativos de los atoles de amaranto fueron: almidón, almendra/cereza, caramelo macizo, vainilla, fresa, nuez y chocolate. El atole de amaranto, respecto a los atoles de maíz y arroz, presentó el mejor perfil nutricional, destacando su aporte proteico.

Palabras clave: Atole, amaranto, *Amaranthus hypochondriacus*, harinas.

INTRODUCCION

En México, los *atoles* (bebidas a base de cereales) son alimentos tradicionales incluidos en el desayuno de una gran parte de la población. Al origen, estas bebidas eran preparadas por los aztecas empleando para ello el maíz; el arroz, y recientemente el amaranto ha sido utilizado para elaborar este tipo de alimentos.

El amaranto (*Amaranthus spp*) es un alimento con alto valor nutritivo, debido en parte a su contenido proteico (entre 13% y 16%) y a que presenta un balance adecuado de aminoácidos esenciales principalmente lisina, metionina y triptófano; aminoácidos que son deficientes en los demás cereales (1,2).

El consumo de amaranto se ha asociado a la prevención

SUMMARY. Physicochemical and sensory properties of flours ready to prepare an amaranth "atole". *Atole* is a Mexican prehispanic drink prepared traditionally with corn; however, cereals as wheat, rice and amaranth have also been used. The aim of this study was to determine the physicochemical and sensory properties of an amaranth flour to prepare a drink (atole) mentioned above, in order to determine its nutritive value. Proximate analysis of the amaranth, corn and rice drink flours was determined by means of official techniques of AOAC. Mineral content was carried out by atomic absorption spectrometry. Viscosity was measured in a reometer from 25 to 90°C. The quantitative descriptive profile (QDA) of the amaranth drink was studied by a trained panel of 10 judges. Results showed that the amaranth drink flour presented the highest protein and fat content compared to corn and rice drink flours. Sodium and potassium were the most abundant minerals in all flours studied. Corn and rice drink flours showed a constant viscosity from 20 to 84°C, to 85°C an important increase in this parameter was observed. This increase was detected in the amaranth drink flour to 75°C. Descriptors defined by trained judges for the QDA of the amaranth drink flours were: starch, almond/cherry, caramel, vanilla, strawberry, walnut and chocolate. The amaranth drink flour, compared to corn and rice drink flours, presented the best nutritional profile; it is important to emphasize its protein content.

Key words: Atole, amaranth, *Amaranthus hypochondriacus*, flour.

de problemas cardiovasculares, de diversos tipos de cáncer, de colesterol alto, antihipertensivo, entre otras (3). Recientemente ha sido estudiado el elevado potencial antioxidante de extractos lipofílicos de amaranto; actividad que es comparable con la observada en nueces y granos de otros cereales (4).

El desarrollo de productos a base de amaranto se presenta como una alternativa tecnológica importante para diversificar el uso actual del mismo, contribuyendo por un lado a ampliar el mercado para una materia prima de alto valor nutritivo y buena aceptabilidad. Por otro lado, el consumo de amaranto puede ayudar a combatir el hambre y desnutrición que padece una parte importante de los mexicanos, principalmente para aquellas regiones marginadas (5).

El estado de Hidalgo, lugar donde se realizó este estudio, es uno de los más afectados por la desnutrición ya que más de

mil comunidades viven en extrema pobreza y marginación. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) reflejó que, en Hidalgo, 16 de cada 100 niños menores de 5 años tienen baja talla (5). Así mismo, en un estudio realizado para determinar el estado nutricional de 400 escolares de 6 a 12 años de edad, de un municipio hidalguense, el 51% presentó desnutrición, el 31% presentó resultados normales y el 18% presentó sobrepeso y obesidad (6).

En una empresa ubicada en el estado de Hidalgo se desarrolló la formulación de una bebida en polvo de distintos sabores la cual utiliza al amaranto como ingrediente principal. Sin embargo, las propiedades nutricionales de este producto no han sido estudiadas. Es por esto que el objetivo de este estudio fue el de determinar la composición química y mineral de las harinas para elaborar atoles a base de amaranto a fin de determinar su valor nutritivo y compararlo con el de harinas comerciales para preparar atoles a base de maíz y arroz. Finalmente, se estudiarán las propiedades sensoriales de los atoles elaborados con las harinas de amaranto a fin de conocer su perfil descriptivo cuantitativo en donde se definirán los descriptores principales de esta bebida.

MATERIAL Y METODOS

Muestras

Las muestras de harinas para preparar atole a base de amaranto sabor chocolate, fresa y nuez, y algunos ingredientes de la formulación como la harina de amaranto reventado (amaranto que ha sido sometido a calor seco hasta que revienta), cacao y suscream (sustituto de crema a base de grasa vegetal) fueron proporcionadas por la empresa Manflow. Con fines comparativos se adquirieron harinas para preparar atole de maíz (marca Maizena) y arroz (marca Tres estrellas) sabores chocolate, fresa y nuez en una tienda de autoservicio.

Propiedades fisicoquímicas

Análisis proximal

Las determinaciones de humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas se realizaron siguiendo las técnicas descritas en el AOAC (7). El contenido de carbohidratos se determinó por diferencia.

Análisis de minerales

El análisis de minerales, se llevó a cabo mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica, para lo cual la muestra (0.2-0.5g) se sometió previamente a una digestión ácida (10 mL de HNO₃ concentrado) en un microondas marca Marx-X con una potencia de 1200 W según el método diseñado por la compañía CEN (North Carolina USA) que consistió en tres etapas: las muestras alcanzaron una temperatura de 200°C en 7 min., se mantuvieron a esta temperatura duran-

te 10 min y se procedió a un enfriamiento de 5 min. El producto de la digestión, una vez que se ha enfriado, fue filtrado con ayuda de un embudo de plástico de tallo corto y de papel Whatman No. 42. El filtrado se aforó a 100 mL con ácido nítrico al 3%. En cada corrida se introdujo al menos un blanco, es decir un vaso con la misma cantidad de ácido y sin muestra. La lectura de los minerales de las muestras digeridas fue realizada en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica (Varian) modelo SpectrAA.880, Simple introduction pump system (SIPS) (Varian) (8). Se prepararon estándares de los siguientes elementos: Ca (3 ppm), K (1.5 ppm), Mg (0.5 ppm), Na (1 ppm), Cr (5 ppm), Cu (4 ppm), Zn (1 ppm), Co (5 ppm) y B (1000 ppm). La mayoría de los elementos se prepararon a partir de un estándar de concentración conocida de la marca Solutions en una matriz nítrica con una pureza de 99.98 %. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Determinación de la viscosidad

Se utilizó un reómetro de esfuerzo controlado calibrado (TA INSTRUMENTS, AR 2000) con una geometría de cilindro concéntrico de doble pared (espacio anular interno: 0.19 mm, espacio anular externo: 0.415 mm y longitud del cilindro 59.50 mm). Se tomaron 7 mL de muestra (3 g de muestra disueltos en 15 mL de agua), previamente homogeneizada, y se colocaron en la geometría del equipo. Se realizó un precizamiento para mantener los sólidos en suspensión previo a las determinaciones de viscosidad. El equipo se programó para realizar determinaciones de viscosidad en función de la temperatura, en el intervalo de 25 a 90°C, a una velocidad de corte constante de 100 s⁻¹.

Análisis sensorial de los atoles de amaranto

Perfil descriptivo cuantitativo (QDA)

Previo a la construcción del perfil sensorial se seleccionó un grupo de 10 jueces expertos del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), los cuales previamente habían sido entrenados conforme a la norma ISO/General guidance for selection, training and monitoring of selected assessors (9). El primer paso para construir los perfiles sensoriales fue la generación de descriptores, éstos se produjeron una vez que los jueces probaron las muestras de atole de amaranto el cual fue preparado en agua según las instrucciones descritas. De la lista de descriptores propuestos se descartaron aquellos que eran redundantes, los que describían al producto por sí mismos y se eligieron aquellos que eran precisos y fiables, discriminantes, y los que se relacionaban con medidas instrumentales. Una vez seleccionados los descriptores, se prepararon referencias para algunos descriptores relacionados con el olor y el gusto.

Una vez preparadas las referencias, se les proporcionaron los atoles de amaranto sabor chocolate, fresa y nuez a los jue-

ces junto con la ficha de cata. El olor y la consistencia se evaluaron mediante una escala no estructurada de 16 cm. La escala utilizada para medir la consistencia constaba de alimentos en los extremos como estándares, los cuales representaban el grado de intensidad del atributo que estaba siendo medido.

Posteriormente, se procedió a cuantificar la intensidad del descriptor percibido por cada juez. De los datos obtenidos se determinó el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación para cada juez. En base a esto se determinó qué descriptores formarían parte del perfil descriptivo cuantitativo, se eligieron aquellos cuyo coeficiente de variación fuera menor o igual a 60. Se especificó este coeficiente de variación ya que la reproducibilidad por parte de los jueces respecto a la intensidad percibida de cada descriptor fue baja. Finalmente, se realizó la representación gráfica del perfil sensorial en forma de tela de araña.

Análisis estadístico

En el análisis proximal cada determinación se realizó por triplicado. Se calculó la media, desviación estándar, posteriormente se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías y la prueba de comparación múltiple de Duncan (con un 95%

de confiabilidad) a fin de determinar el efecto del tipo de harina (amaranto, maíz y arroz de un mismo sabor) sobre la variable a medir. El programa empleado para este análisis fue el programa Statistica 6.0.

RESULTADOS

Los resultados de la composición proximal de las harinas de amaranto reventado, así como de las harinas para preparar atoles a base de amaranto maíz y arroz se presentan en la Tabla 1. El análisis estadístico realizado reveló diferencias significativas entre las muestras analizadas. Es importante resaltar que las harinas para preparar atole a base de amaranto presentaron un mayor porcentaje de proteína y grasa que las harinas para preparar atoles a base de maíz y arroz. Sin embargo, ninguna de las muestras superó el valor determinado para la harina de amaranto reventado (15.31%).

De manera general se puede decir que el macromineral más abundante en las harinas analizadas fue el sodio (Tabla 2). De los microminerales estudiados el que se encontró en menor proporción fue el cobalto (Tabla 3); cobre y zinc superaron en concentración a este elemento.

TABLA 1
Composición proximal de amaranto reventado y harinas para preparar atoles de amaranto, maíz y arroz (g/100g)

HARINAS PARA PREPARAR ATOLE DE AMARANTO						
Muestra	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra	CHOS*
Amaranto reventado	4.62±0.30	2.64 ± 0.02	15.39 ± 0.06	4.34 ± 0.09	5.17 ± 0.07	72.46
Chocolate	3.36±0.07	1.11 ± 0.05	4.64 ± 0.20	1.37 ± 0.20	2.31 ± 0.63	90.57
Fresa	3.54±0.13	1.28 ± 0.05	4.73 ± 0.06	1.16 ± 0.01	0.69 ± 0.09	92.14
Nuez	3.64 ±0.04	1.18 ± 0.08	5.48 ± 0.00	1.17 ± 0.00	0.88 ± 0.03	91.29
HARINAS PARA PREPARAR ATOLE DE MAÍZ						
Chocolate	9.71±0.10	2.29 ± 0.06	2.92 ± 0.05	1.18 ± 0.16	0.35 ± 0.09	93.26
Fresa	11.07 ± 0.02	1.22 ± 0.15	1.29 ± 0.01	0.57 ± 0.18	0.19 ± 0.05	96.73
Nuez	11.15 ± 0.33	1.33 ± 0.08	1.34 ± 0.04	0.29 ± 0.01	0.08 ± 0.01	96.96
HARINAS PARA PREPARAR ATOLE DE ARROZ						
Chocolate	9.69 ± 0.08	2.27 ± 0.10	4.24 ± 0.05	0.58 ± 0.11	0.86 ± 0.02	92.05
Fresa	9.83 ±0.01	0.34 ± 0.04	2.83 ± 0.11	0.40 ±0.01	0.19 ± 0.01	96.24
Nuez	9.11 ± 0.09	0.48 ± 0.06	2.22 ± 0.05	0.21 ±0.01	0.17 ± 0.03	96.92

* Carbohidratos

TABLA 2
Contenido de macrominerales en amaranto reventado y harinas para preparar atoles de amaranto, maíz y arroz

Muestra	Macrominerales (mg/kg)			
	Calcio	Potasio	Magnesio	Sodio
Amaranto reventado	7885.15±80.85	6154.92±56.37	3008.62±50.02	20168.9±1529.81
Amaranto chocolate	2371.34±91.80	3244.57±2.47	536.13±0.56	20061.41±86.03
Amaranto fresa	2068.39±95.24	2889.81±194.95	614.54±26.92	16469.91±227.81
Amaranto nuez	2097.39±65.80	2673.21±20.99	511.26±2.79	15724.38±45.19
Maíz chocolate	1067.86±515.87	2285.16±19.08	592.13±2.36	407.66±40.17
Maíz fresa	1014.92 ±501.17	772.8±56.63	218.66±16.04	4280.75±306.08
Maíz nuez	772.35±14.55	710.76±0.68	194.14±0.69	4120.61±86.11
Arroz chocolate	1118.03±11.09	2974.61±73.44	671.43±2.95	28389.7±122.04
Arroz fresa	172.32±23.83	580.61±28.66	142.56±6.43	1862.29±166.72
Arroz nuez	251.24±2.37	615.56±20.64	161.01±5.37	1327.63±5.26

TABLA 3
Contenido de microminerales en amaranto reventado y harinas para preparar atoles de amaranto, maíz y arroz

Muestra	Microminerales (mg/kg)			
	Cobre	Cobalto	Zinc	Cromo
Amaranto reventado	46.21±1.97	0.74±0.13	29.21±1.78	10.92±1.06
Amaranto chocolate	18.69±1.10	0.50±0.12	16.56±0.25	12.63±0.90
Amaranto fresa	28.78±1.38	0.62±0.00	17.05±1.66	13.32±0.21
Amaranto nuez	22.17±1.52	0.75±0.13	25.37±2.31	14.46±0.65
Maíz chocolate	25.25±0.13	0.75±0.12	224.39±4.67	14.53±0.13
Maíz fresa	70.61±1.62	1.37±0.25	204.42±16.66	12.95±0.79
Maíz nuez	68.9±2.18	1.22±0.49	198.16±19.09	14.00±0.34
Arroz chocolate	61.07±3.37	1.74±0.13	28.14±0.51	14.77±10.03
Arroz fresa	58.67±4.23	0.99±0.37	24.88±1.83	14.13±0.10
Arroz nuez	43.01±3.07	0.50±0.12	37.59±2.43	13.96±0.50

Los atoles a base de amaranto, maíz y arroz mostraron una viscosidad similar de 25 a 75°C (<20cP). Sin embargo, después de alcanzar los 75°C en el atole de amaranto se observó un incremento importante de la viscosidad (>130cP); este mismo comportamiento se observó en los atoles de maíz y arroz a 85 y 90°C, respectivamente.

La Tabla 4 presenta la lista de descriptores definidos por el panel entrenado de jueces. De manera general se pudo observar que en los perfiles descriptivos cuantitativos de los atoles de amaranto (Figuras 1,2 y 3) se detectaron otros descriptores de sabor además del saborizante principal (chocolate, fresa o nuez) empleado en la preparación de dichos atoles. Tal fue el caso del atole de fresa en el cual se detectó en la misma intensidad la fresa y el descriptor almendra/cereza. En las tres muestras de atole de amaranto sabores chocolate, fresa y nuez el panel entrenado determinó una consistencia en boca similar.

DISCUSION

Análisis proximal

La NOM-147-SSA1-1996 para harinas de cereales establece un límite de humedad de 15%, todas las muestras estudiadas presentaron porcentajes de humedad diferentes sin embargo estos se encontraron por debajo de dicho valor, principalmente las de amaranto; la variación observada pudo estar influenciada por las condiciones ambientales, el estado de madurez del grano y por las condiciones de almacenamiento (10,11). Una temperatura constante y un contenido de humedad homogéneo de 10%-12% durante el almacenamiento de los cereales es satisfactorio, sin embargo si se propician oscilaciones de 0.5%-1.0% de humedad se puede ocasionar la proliferación lenta y progresiva de hongos (12) así como el desarrollo de insectos (13).

TABLA 4
 Descriptores generados por el panel de jueces entrenados para los atoles de amaranto sabor chocolate, fresa y nuez

Descriptores	Atole de amaranto sabor chocolate	Atole de amaranto sabor fresa	Atole de amaranto sabor nuez
Olor	Almidón	Almidón	Almidón
	Chocolate	Fresa	Nuez
	Almendra/cereza	Almendra/cereza	Almendra/cereza
	Frijol		
	Caramelo macizo	Caramelo macizo	Caramelo macizo
	Canela	Azufrado	Maíz
	Cereal	Vainilla	Semilla
	Vainilla		Vainilla
	Lácteo		
	Gusto	Dulce	Dulce
Aroma	Chocolate	Fresa	Nuez
	Vainilla	Lácteo	Lácteo
	Caramelo	Semilla	Masa
	Masa	Almidón	Cacahuete
	Fruta fermentada		

FIGURA 1

Perfil descriptivo cuantitativo del atole de amaranto sabor chocolate

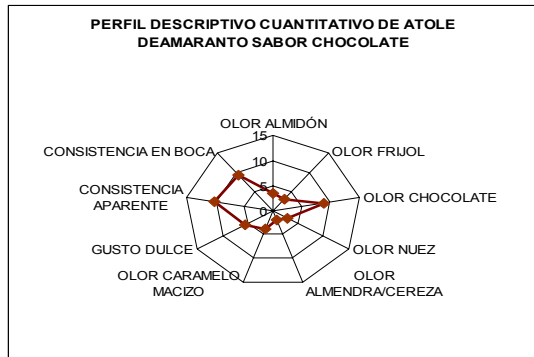


FIGURA 2

Perfil descriptivo cuantitativo del atole de amaranto sabor fresa

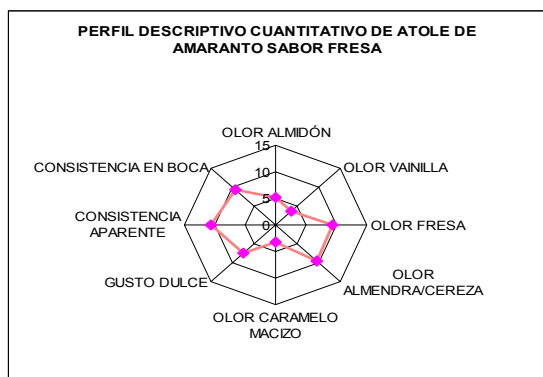
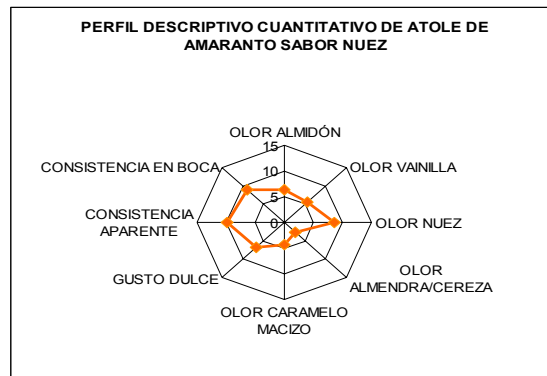


FIGURA 3

Perfil descriptivo cuantitativo del atole de amaranto sabor nuez



La harina de amaranto reventado con la que se elabora el atole de amaranto analizado presentó un contenido de cenizas similar al reportado en la literatura (2.6%-4.4%) (14). Sin embargo, todas las harinas para preparar atole de amaranto, maíz o arroz presentaron valores inferiores, lo que podría explicarse por la proporción de harina y/o almidón de cada cereal presente en los atoles.

Las harinas de atole de amaranto presentaron un mayor porcentaje de proteína que las de maíz y arroz lo que podría deberse a que ambas son elaborados principalmente con fécula de maíz (almidón); en el de amaranto se incluye este cereal en donde se determinó un alto contenido proteico acorde al reportado en la literatura (15.2%-17.8%) (14). El valor proteico de estas harinas se puede atribuir a la leche utilizada

en su preparación más que a la harina propiamente, contrario a los atoles de amaranto, cuyo valor nutricional es elevado, independientemente de su preparación con agua o leche.

En general, todas las harinas para elaborar atole de amaranto, independientemente del sabor, presentaron valores similares en el contenido de grasa y superiores al resto de las muestras, esto es atribuido a que para su elaboración se utiliza principalmente harina de amaranto reventado. Este valor concuerda con lo reportado (0.8%- 8%) para todas las especies de amaranto (16), sin embargo, es inferior a los reportados por Bressani en 1994 (8.8%-12.1%) (14). Otro factor que podría haber contribuido es la presencia de un sustituto lácteo (suscream) en las harinas para preparar atole de amaranto y en el caso de la harina sabor chocolate, la utilización de cacao en su formulación.

A pesar de que se obtuvieron porcentajes relativamente altos en carbohidratos para las harinas de amaranto, pero menores que las harinas para preparar atole de maíz y arroz, tiene sus ventajas dado que los carbohidratos de acuerdo a la Organización Mundial para la Agricultura y la alimentación (FAO) son la principal fuente de energía, además de que el almidón contenido en la semilla de amaranto es fácilmente digerible (17).

Análisis de minerales

Macrominerales

El contenido de potasio determinado en la harina de amaranto reventado resultó inferior al reportado en 1997 por Mujica y Berti (8000 mg/kg) (18), lo que podría deberse a la especie y variedad del amaranto estudiado. Resulta interesante destacar que las harinas para preparar atole sabor chocolate, a base de maíz y arroz, presentaron un mayor contenido de este mineral que sus homólogos sabor fresa y nuez, esto podría atribuirse al cacao en polvo, ya que a ésta fórmula se le adicionan algunos aditivos como carbonato ácido de sodio, potasio o amonio (regulador de la acidez); carbonato de sodio, potasio o amonio (base); hidróxido de sodio, potasio o amonio (base y disolvente) y carbonato u óxido de magnesio (agente anti-apelmazante) como lo establece la norma NMX-F-054-1982 (19), con lo cual podría incrementarse el contenido de potasio para las harinas sabor chocolate de maíz y arroz.

Con respecto al calcio, algunos estudios han reportado valores de 1300 a 2050 mg/kg de calcio para harina integral de amaranto (18,20) y un valor de 2877.26 mg/kg de calcio para amaranto tostado. La harina de amaranto reventado analizada en este estudio presentó aproximadamente cuatro veces más calcio que el valor máximo arriba mencionado y que el de las harinas para preparar atole a base de amaranto (de todos los sabores estudiados). Las harinas para preparar atole de maíz y arroz presentaron valores inferiores, siendo las de menor contenido de calcio, las harinas a base de arroz sabor fresa y nuez; esto a pesar de estar enriquecidos con

vitaminas y algunos minerales como hierro y calcio según se indica en su etiqueta. Los valores determinados en dichas harinas no cubren el requerimiento diario de calcio recomendado (1000 a 1200 mg) (21) por si solas, sin embargo, debe tomarse en consideración que estos atoles se preparan con leche por lo que su valor nutrimental se incrementa. Una de las ventajas de la harina para preparar atole a base de amaranto es que debido a su alto contenido de calcio no necesita ser preparado con leche para cubrir la dosis diaria recomendada (DDR).

La harina de amaranto reventado presentó la mayor concentración de magnesio, sin embargo este valor está por debajo del valor reportado por Bressani (14) y que es de 342 g/kg para el amaranto. Es importante resaltar que en las harinas para preparar atole de sabor chocolate de maíz y de arroz, se determinaron cantidades superiores de magnesio en comparación con sus homólogos sabor fresa y nuez; una posible explicación sería el cacao en polvo añadido a las harinas, ya que se le pueden encontrar algunos compuestos como carbonato u óxido de magnesio, con lo cual se incrementaría la cantidad de magnesio presente en las harinas. Con estos resultados se puede decir que las harinas para preparar atole de amaranto representan una fuente importante de magnesio, ya que cumplen con las DDR para hombres y mujeres adultos cuyos valores oscilan entre 400-420mg y de 310-320 mg, respectivamente (21).

Cabe resaltar que la harina para preparar atole de arroz sabor chocolate presentó la mayor concentración de sodio, dicho resultado podría ser explicado por el sodio y otros minerales que son adicionados a éstas harinas a fin de enriquecerlas. El valor encontrado para la harina de amaranto reventado fue similar al reportado por Bressani (14) (23,000 mg/kg). El contenido de sodio determinado en las harinas para preparar atole de amaranto y de arroz sabor chocolate rebasó las DDR (500-3000 mg) (21).

Microminerales

Las harinas para preparar atole de maíz, en sus diferentes sabores, presentaron elevadas concentraciones de zinc y cobre, esto puede deberse a que estas harinas son fortificadas debido a que durante la refinación y molienda de los cereales algunos de los minerales como el hierro, zinc y cobre se pierden (15). Las harinas para preparar atole a base de amaranto cumplen con la DDR de Zn (15mg), Cu (1.5-3mg) y Cr (50-200mg) a pesar de que no son fortificados con vitaminas o minerales. En general, se detectaron bajas concentraciones de cobalto; ninguna harina cumple con los requerimientos recomendados (2.5 mg de vitamina B₁₂) (21).

Viscosidad

Los atoles de amaranto, maíz y arroz sabor chocolate mostraron un comportamiento similar de 25 a 75°C, intervalo

en donde no se observó ningún cambio importante en la viscosidad. Resulta interesante destacar que el atole de amaranto mostró una viscosidad más elevada que los atoles de maíz y arroz a todas las temperaturas estudiadas. Después de alcanzar los 75°C el atole de amaranto presentó un aumento importante en la viscosidad, en los atoles de maíz y arroz dicho incremento se observó a 85°C y 90°C, respectivamente; esto podría ser atribuido a la naturaleza de los almidones, cuya proporción de amilosa y amilopectina es diferente en cada cereal y determina sus propiedades fisicoquímicas (10,22). Todos los atoles estudiados alcanzaron una viscosidad máxima a una temperatura aproximada de 98°C, sin embargo, fue el atole de amaranto el que presentó una mayor viscosidad (132cP) en comparación con los atoles de maíz (90cP) y arroz (102cP).

En el caso de los atoles de amaranto, maíz y arroz sabor fresa se observó el mismo comportamiento que en los atoles sabor chocolate, es decir, ningún cambio en la viscosidad entre 25 y 75°C. Sin embargo, a partir de 75°C, el atole de amaranto presentó una elevación en la viscosidad alcanzando un valor final de 185cP a 98°C; resultado superior al alcanzado por el atole sabor chocolate. Esta diferencia podría deberse a que la proporción de los ingredientes es diferente para cada sabor. Los atoles de maíz y arroz tuvieron un comportamiento similar a todas las temperaturas estudiadas, sólo se observó una diferencia en la viscosidad final, en donde el atole de maíz alcanzó un valor de 135cP y el de arroz de 142cP.

El comportamiento de la viscosidad para el atole de amaranto sabor chocolate y fresa podría atribuirse principalmente al tamaño de los gránulos de almidón, ya que a gránulos más pequeños mejor poder de hinchamiento y una mayor capacidad de retención del agua. El tamaño del gránulo de almidón del amaranto es de 1×10^6 nm (22), siendo el de menor tamaño en comparación con el de maíz (15nm) y arroz (3-8nm). Cuando los gránulos de almidón están en contacto con el agua y se eleva la temperatura trae como consecuencia un incremento en el tamaño de los gránulos ya que se hinchan por el agua contenida en ellos, y con esto se incrementa la viscosidad (10).

Análisis sensorial

Construcción del perfil sensorial

Los descriptores generados por los jueces y seleccionados fueron clasificaron en 3 tipos: descriptores de olor, de gusto y consistencia. Respecto a los descriptores de olor para los atoles sabor chocolate y nuez el principal descriptor fue chocolate (Gráfica 1) y nuez (Gráfica 3), respectivamente. Sin embargo, en el atole de amaranto sabor fresa (Gráfica 2), almendra/cereza fue el principal descriptor seguido del olor a fresa, esto demuestra una deficiencia en la formulación pues se esperaba que el descriptor predominante fuera fresa al ser este el sabor del atole analizado. En los atoles de amaranto sabores

chocolate, fresa y nuez el único gusto percibido fue el dulce, con una intensidad mayor en el caso del atole sabor fresa. En general, los valores otorgados a la consistencia en boca y aparente fueron superiores al resto de atributos evaluados, principalmente en los atoles de amaranto sabores chocolate y fresa.

Finalmente, las harinas para preparar atole a base de amaranto presentan ventajas nutricionales con respecto a las harinas elaborados con maíz y arroz ya que posee un mayor contenido de proteína, grasa y minerales. Esto a pesar de que las harinas para preparar atoles a base de arroz y maíz son fortificadas con algunas vitaminas y minerales. Sin embargo, los perfiles descriptivos cuantitativos de los atoles analizados parecen indicar que la harina de amaranto con la que se elaboran les confiere propiedades sensoriales similares, lo cual indica una deficiencia en las formulaciones en cuanto al sabor/olor/aroma y consistencia en boca y aparente.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

REFERENCIAS

1. (INTI) Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Desarrollo e Innovación Tecnológica. Alimentos. 5ª Jornada de desarrollo e innovación; 2004.
2. (FAO) Food and Agricultural Organization. Manual sobre utilización de cultivos andinos subexplotados en la alimentación. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile; 2000.
3. Silva SC, Barba RAP, León GMF, Lumen BO, León RA, González ME. Bioactive peptides in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed. J. Agric. Food Chem.; 56: 1233-1240, 2008.
4. Tikekar RV, Ludescher RD, Karwe MV. Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract. J. Agric. Food Chem.; 56, 10675-10678, 2008.
5. (ENSANUT) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) Hidalgo, Instituto Nacional de Salud Pública. Secretaría de Salud, México, 2006.
6. Castañeda RE, Molina NM, Hernández JC. Estado nutricional de escolares en una población del estado de Hidalgo, México. Revista de Endocri. Nutr.; 10(4): 201-205, 2002.
7. (AOAC) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Published by AOAC, Inc. Helrich K (editor). 15th edition, Arlington; Vol. I and II. 17-18, 40-62, 69-83, 1012, 1990.
8. Analytical methods flame atomic absorption spectrometry, Mulgrave: Australia; 1989. p. 10-73, 1989.
9. (ISO) Organización Internacional de estandarización. General guidance for selection, training and monitoring of selected assessors. ISO/DIS 8586:1993.

10. Hosney RC. Principios de Ciencia y Tecnología de los cereales. España; 1991.
11. Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996. Bienes y servicio. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
12. Fernández EE. Microbiología e inocuidad de los alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, México; 2000.
13. Acuña S. 2007. Harinas para procesos de panificación. I parte. Proyecto alimentos: web de Ciencia, Tecnología e Ingeniería en Alimentos [En línea]. Disponible en: <http://www.proyectodealimentos.com>. Consultado el 2 de julio del 2008.
14. Bressani R. Composition and Nutritional Properties of Amaranth. In: Amaranth biology, chemistry and technology. Paredes LO, editor. México: Instituto Politécnico Nacional; p. 185-187, 1994.
15. Serna SO. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. Departamento de tecnología de alimentos ITESM campus Monterrey, México; p. 4-5, 47-63 y 68-73, 2001.
16. Becker R. Amaranth Oil: composition, processing and nutritional qualities. In: Amaranth biology, chemistry and technology. Paredes LO, editor. México: Instituto Politécnico Nacional; p. 133-139, 1994.
17. Barros C, Buenrostro M. Amarantho fuente maravillosa de sabor y salud. Grijalbo: México; p. 15, 73-76 y 87-93, 1997.
18. Mujica SA, Berti DM. El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción, mejoramiento genético y utilización. FAO; 1997.
19. Norma Mexicana NMX-F-054-1982. Productos alimenticios para uso humano. Cacao parcialmente desgrasado en polvo (cocoa). Foods products for human use. Cocoa powder.
20. Dyner L, Drago SR, Pineiro A. *et al.* 2007. Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. Arch Latinoamer Nutr. [En línea]. vol. 57, no.1. Consultada el 31 de Julio del 2008. Pp. 69-78. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000100010&lng=en&nrm=iso. ISSN 0004-0622.
21. Anderson, BJJ. 2001. Minerales. En: Mahan KL, Escott-Stump S, editores. Nutrición y Dietoterapia de Krause, Estados Unidos de Norteamérica: Mc Graw Hill; p. 121-162, 2001.
22. López GM, Bello PLA, Paredes LO. 1994. Amaranth Carbohydrates. In: Paredes LO, editor. Amaranth biology, chemistry and technology. México: Instituto Politécnico Nacional; p. 110-111, 1994.

Recibido: 06-08-2009

Aceptado: 21-11-2009

Stability of carotenoids, phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant capacity of tomatoes during thermal processing

K. Jacob, F.J. García-Alonso, G. Ros and M.J. Periago

Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia, Murcia, España

SUMMARY. In the present investigation we ascertained the stability of lycopene, β -carotene, ascorbic acid, polyphenolic compounds and total antioxidant capacity (AC) during the process of concentrating tomatoes into two tomato pastes (10 and 15°Brix). Thermal processing increased the content of lycopene, total phenolic compounds, total flavonoids, and the individual phenolic compounds quercetin, rutin, chlorogenic and caffeic acids, whereas it decreased the other analysed compounds. However, lycopene in the 15°Brix-tomato paste decreased due to the extension of thermal processing, which led to degradation. The AC of aqueous and organic extracts was measured and different AC values were observed depending on the antioxidant profile of the extract and assay used (TEAC and FRAP). AC expressed in dry matter decreased as result of ascorbic acid losses. Overall, thermal processing enhanced the nutritional value of tomatoes, mainly by increasing the lycopene and phenolic antioxidants, but the extension of treatment must be controlled to prevent lycopene degradation.

Key words: Tomato; lycopene, β -carotene, phenolic compounds, ascorbic acid, antioxidant capacity, thermal processing.

RESUMEN. Estabilidad de carotenoides, compuestos fenólicos, ácido ascórbico y capacidad antioxidante de los tomates durante el tratamiento térmico. En el presente trabajo hemos estudiado la estabilidad del licopeno, β -caroteno, ácido ascórbico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante total (AC) durante el procesado de concentración del tomate en dos pastas de tomate (10 y 15°Brix). El tratamiento térmico incrementó el contenido de licopeno, compuestos fenólicos totales, flavonoides totales y el contenido de quercetina, rutina y ácido clorogénico y cafeico, disminuyendo el contenido de los otros compuestos analizados. Sin embargo, el contenido de licopeno en la pasta de tomate de 15°Brix disminuyó debido al tratamiento térmico como consecuencia de la degradación térmica. La AC de los extractos acuosos y orgánicos de las muestras proporcionaron diferentes resultados dependiendo del perfil de antioxidante extraído y del método de análisis utilizado (TEAC y FRAP). La AC expresada en material seca disminuyó como resultado de las pérdidas de ácido ascórbico. En general el procesado térmico incrementa el valor nutricional del tomate, debido principalmente al incremento de licopeno y compuestos fenólicos, pero la extensión del tratamiento en tiempo y temperatura debe ser controlado para prevenir la degradación del licopeno.

Palabras clave: Tomate, licopeno, β -caroteno, compuestos fenólicos, ácido ascórbico, capacidad antioxidante, procesado térmico.

INTRODUCTION

Tomatoes are one of the most important commercial vegetable crops in the world. Epidemiological studies describe an inverse relation between a diet rich in tomatoes and tomato products and the incidence of cardiovascular disease and several types of cancer (1, 2). This protective effect has been attributed to their high content of various dietary compounds, e.g., carotenoids and polyphenolic compounds, vitamin E, potassium and selenium, which exert different bioactive properties.

Lycopene is the predominant carotenoid of tomatoes, and tomatoes are its main dietary source (1). Also, β -carotene is present, although in minor concentrations. Furthermore, tomatoes are a good source of polyphenolic compounds, such as flavonoids and hydroxycinnamic acids (3,4), and vitamin C (5).

Data from the EPIC-study show that the intake of tomatoes and tomato products in Europe ranges from an average of 15.7 g/d in The Netherlands to 97.6 g/d in the south of Spain to 163.6 g/d in Greece. The intake of raw tomato was generally higher than that of cooked tomatoes (6). This is in contrast to consumption data obtained in the United States, where most tomatoes consumed are processed (89.8 g/d versus 21.7 g/d for raw tomatoes, data adapted from Willcox (2).

It is well known that processing tomatoes (using heat and mechanical treatment) releases lycopene from the food matrix and results in a better bioavailability of lycopene (7,8). However, processing might have a detrimental effect on other micronutrients, especially on the heat-sensitive vitamin C (9,5). Investigations into the effect of food processing (post-harvest storage, thermal treatment and storage during shelf-life) on the ensemble of naturally occurring antioxidants and its impact on the total antioxidant capacity of tomato products have been

carried out considering the effect on carotenoids, vitamin C and/or total phenolic compounds (5,9-19). However, none of these studies have jointly considered the effect of food processing on the isomerization of carotenoids, ascorbic acid content, changes in individual phenolic compounds, and antioxidant activity.

The aim of the present investigation was to ascertain the stability of lycopene, β -carotene, ascorbic acid, and major individual phenolic compounds during the process of concentrating tomatoes into tomato paste. In addition, the relationship between the antioxidant compounds and antioxidant activity was also evaluated.

MATERIALS AND METHODS

Sample preparation

Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), category "Extra", size III, stage 6 (bright red) of variety "pera" were purchased in a local supermarket. Raw tomato (RT, 4 °Brix) was homogenised and concentrated to obtain two types of tomato paste. The concentration process was carried out in the pilot plant of the department of Food Technology, Food Science and Nutrition using a Thermomix-21 (Vorwerk Spain, Madrid). The two tomato pastes were TP1, with 10 °Brix (110 °C for 15 min), and TP2, with 15 °Brix (110 °C for 30 min).

Total solids (TS), soluble solids (SS) and colour parameters

Total solids (TS) and moisture (M) were determined by oven-drying the samples at 105 °C to a constant weight. Soluble solids (SS) were quantified at 20 °C using a Leica Abbe Mark II Refractometer (Buffalo, NY, USA). The colour readings were taken for each sample using a Minolta Chromameter Reflectance II CR-2000 (Minolta Limited, Milton Keynes, UK). The values a^* (red-green) and yellow (yellow-blue) were used to calculate a^*/b^* ratio (Descriptive data are shown in Table 1).

Analysis of carotenoids

Carotenoids were determined using HPLC as described previously (16,20). To approx. 2 g of sample, 350 mg MgO and internal standard apo- β -8'-carotenal were added. Samples were extracted thrice with 35 ml of methanol/tetrahydrofuran (1:1, v/v) containing 0.1% butylated hydroxytoluene (BHT) as an antioxidant and the extracts were dried on a rotary evaporator. The residue was dissolved in methanol/tetrahydrofuran (1:1, v/v, without BHT) before injected in the HPLC (Labchrom Merck-Hitachi system) with a C_{30} -column (Trentec, 250 x 4.6 mm, 5 μ m) and a diode array detector (DAD). The analysis ran at 17 °C with the DAD set at 450 nm and 472 nm to record chromatograms, using methanol and methyl tert-butyl ether as mobile phases. The carotenoid

content of the samples was quantified by comparing peak areas to those of authentic standards (lutein, (*all-E*)- β -carotene, (*13Z*)- β -carotene and (*all-E*)-lycopene). Amounts of lycopene (*Z*-isomers) were quantified by comparing the area to that of (*all-E*)-lycopene.

TABLE 1

Physico-chemical parameters and contents of carotenoids expressed as mg/100 g in raw tomato (RT) and tomato pastes (TP1 and TP2)¹

Parameters	RT	TP1	TP2
Physico-chemical ²			
%TS (%M)	3.4 (96.6)	11.1 (88.9)	17.4 (82.6)
SS (°Brix)	4.0	10.0	15
a^*/b^*	0.68	0.91	1.11
Carotenoids			
<i>Fresh matter</i>			
Total lycopene	1.98 ± 0.10	9.98 ± 0.46	9.83 ± 0.60
(<i>E</i>)-lycopene	1.78 ± 0.07	9.25 ± 0.68	8.91 ± 0.51
(<i>Z</i>)-lycopene	0.20 ± 0.01	0.64 ± 0.06	0.92 ± 0.06
Total β -carotene	0.25 ± 0.01	0.70 ± 0.05	0.91 ± 0.08
(<i>E</i>)- β -carotene	0.25 ± 0.01	0.63 ± 0.06	0.85 ± 0.07
(<i>Z</i>)- β -carotene	-	0.07 ± 0.00	0.05 ± 0.00
<i>Dry matter</i>			
Total lycopene	61.03 ± 2.25 ^b	89.35 ± 5.87 ^a	56.15 ± 3.27 ^c
(<i>E</i>)-lycopene	54.94 ± 2.20 ^b	83.56 ± 6.15 ^a	50.92 ± 2.91 ^b
(<i>Z</i>)-lycopene	6.09 ± 0.24 ^a	5.80 ± 0.50 ^a	5.23 ± 0.37 ^a
Total β -carotene	7.71 ± 0.42 ^a	6.31 ± 0.53 ^b	5.18 ± 0.38 ^c
(<i>E</i>)- β -carotene	7.71 ± 0.42 ^a	5.70 ± 0.51 ^b	4.87 ± 0.40 ^c
(<i>Z</i>)- β -carotene	-	0.62 ± 0.03 ^a	0.31 ± 0.02 ^b

¹Mean value and standard deviation of three determinations. Different letter in the same row shows significant differences for $p < 0.05$.

²Abbreviations = TS, Total Solids; M, moisture, SS, soluble solids.

Determination of total phenolics (TPC) and total flavonoids (TFI)

For analysis of TPC and TF 2 g of tomato samples were homogenised with 80% (v/v) aqueous methanol containing 1% HCl and shaking for 2 h at room temperature. Samples were centrifuged at 3500 rpm for 15 min, and 1 ml of each supernatant was taken to develop colorimetric reactions. TPC was determined photometrically using Folin-Ciocalteu reagent using gallic acid monohydrate (Sigma, St. Louis, USA) as the standard. TPC content was expressed as mg gallic acid equivalents (GAE) per 100 g of tomato (9). For TFI was quantified photometrically as described Dewanto et al. (12) using (+)-Catechin (Sigma, St. Louis, USA) as the standard. TFI content was expressed as mg catechin equivalents (CE) per 100 g of tomato (12).

Analysis of individual flavonoids and hydroxycinnamic acids

Flavonoids were determined by HPLC following the hydrolysis method described by Crozier (21) and Martínez-Valverde (3). The flavonoids investigated were: quercetin, rutin, kaempferol and naringenin; and the hydroxycinnamic acids were: ferulic acid, caffeic acid, chlorogenic acid and *p*-coumaric acid. Flavonoids and hydroxycinnamic acids were analyzed using the same HPLC method. An HPLC system with a DAD detector (Labchrom Merck-Hitachi system) and an RP C₁₈-column (Lycrosorb, 250 x 4.6 mm, 5 μm) was set at 35 °C. Water acidified with 0.05% trifluoroacetic acid (TFA) and methanol were used as mobile phases. The compounds were quantified by comparing the areas to those of authentic standards (Sigma Chemical, St. Louis, USA).

Ascorbic acid

Ascorbic acid was determined by HPLC using an RP C₁₈-column (Lycrosorb, 250 x 4.6 mm, 5 μm) (Labchrom Merck-Hitachi system) according to the method described by Esteve (22).

Antioxidant capacity (AC)

Four tomato extracts (aqueous, 5 mM phosphate buffer solution, pH 7.4, methanol and ethanol) were prepared by blending approx. 4 g of sample with 10 ml of the respective solvents for 5 min. Then samples were centrifuged (10000 rpm, 5 min) and supernatants were assayed using the TEAC () and FRAP (ferric reducing ability) methods.

Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC): 1.0 ml of ABTS⁺ radical cation solution and 100 μl of sample were mixed vigorously, and absorbance was read at 734 nm exactly 2 min after initiation of the reaction. Results were expressed as mM Trolox equivalents (TE) (23, 24).

Ferric reducing ability (FRAP): The FRAP reagent was prepared as described Benzie and Strain (25) and were mixed with 25 μl of sample and with 75 μl of water. The reaction was monitored for as long as 4 min. The absorbance readings at this time (4 min) were used to calculate the FRAP values. Aqueous solutions of known Fe²⁺ concentration in the range of 100 to 2000 μM (FeSO₄·7H₂O) were used for calibration, and the results were expressed as μM of Fe²⁺ equivalents. One Fe²⁺ equivalent per litre equals the amount of Fe²⁺ per litre required to give the same absorbance change (25).

Statistical analyses

Statistical analysis of the data was performed using SPSS modules, Windows version 14.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). An analysis of variance (one-way-ANOVA) was included in the data treatment to study the effect of thermal treatment on the individual antioxidants and total antioxidant capacity of tomato and tomato pastes. Tukey's test for pairwise comparison was

used to determine significant differences at the 5% level. Pearson correlation and linear regression were carried out to understand any relation among the analysed parameters.

RESULTS

Table 1 shows the physico-chemical parameters of the RT and both tomato pastes (TP1 and TP2). The concentration process led to an increase in TS, SS and redness, as determined by the ratio a*/b*. In a general view, the effect of thermal treatment on the antioxidant compounds was related to the loss of water content in the samples and the extension of thermal processing. The concentration process reduced the water content in the samples and consequently, the carotenoid content (Table 1); TPC and TFI increased significantly with thermal treatment (Table 2). On the contrary, ascorbic acid decreased from RT to the tomato pastes (TP1 and TP2) (Figure 1). Different behaviour was observed in the content of these compounds when the results were expressed as dry matter, as shown below.

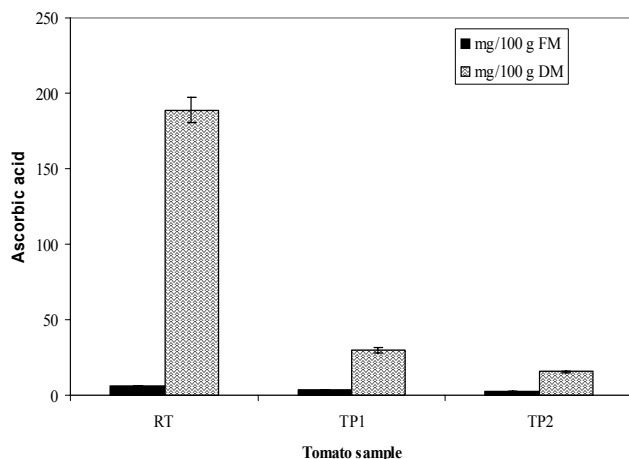
TABLE 2
Total phenolic (TPC), total flavonoids (TFI) and individual phenolic compounds (flavonoids and hydroxycinnamic acids) expressed as mg/100 g in raw (RT) and tomato pastes (TP1 and TP2)¹

Phenolic compounds	RT	TP1	TP2
<i>Fresh matter</i>			
TPC	2.30 ± 0.15	12.80 ± 0.30	23.40 ± 0.10
TFI	0.53 ± 0.02	1.60 ± 0.02	4.02 ± 0.04
Quercetine	0.32 ± 0.02	1.08 ± 0.06	1.82 ± 0.06
Rutin	0.08 ± 0.00	0.55 ± 0.05	2.12 ± 0.09
Kaempferol	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.00	0.13 ± 0.01
Ferulic acid	0.04 ± 0.00	0.1 ± 0.00	0.13 ± 0.00
Cafeic acid	0.03 ± 0.00	0.2 ± 0.00	0.51 ± 0.02
Chlorogenic acid	0.09 ± 0.00	0.6 ± 0.00	1.73 ± 0.07
<i>p</i> -coumaric acid	0.13 ± 0.00	0.18 0.00	0.33 ± 0.01
<i>Dry matter</i>			
TPC	70.73 ± 2.04 ^a	115.43 ± 2.70 ^b	133.80 ± 0.69 ^c
TFI	14.45 ± 0.35 ^a	16.28 ± 0.15 ^b	22.97 ± 0.17 ^c
Quercetine	8.19 ± 0.42 ^a	8.49 ± 0.49 ^a	9.99 ± 0.31 ^b
Rutin	2.17 ± 0.08 ^a	4.33 ± 0.38 ^b	11.63 ± 0.61 ^c
Kaempferol	2.49 ± 0.12 ^a	0.77 ± 0.02 ^b	0.73 ± 0.03 ^b
Ferulic acid	1.00 ± 0.00 ^a	0.75 ± 0.01 ^b	0.72 ± 0.01 ^b
Cafeic acid	0.80 ± 0.01 ^c	1.58 ± 0.02 ^b	2.79 ± 0.12 ^a
Chlorogenic acid	2.23 ± 0.09 ^c	4.72 ± 0.03 ^b	9.48 ± 0.36 ^a
<i>p</i> -coumaric acid	3.31 ± 0.06 ^a	1.80 ± 0.04 ^b	1.43 ± 0.01 ^c

¹Mean value and standard deviation of three determinations. Different letter in the same row shows significant differences for p<0.05.

FIGURE 1

Content of ascorbic acid expressed in mg/100 g of fresh (FM) and dry matter (DM) in raw tomato (RT) and tomato pastes (TP1 and TP2)



RT contained about 1.98 mg lycopene/100 g fresh matter, as measured by HPLC. Heat treatment resulted in a concentration of lycopene to 9.89 mg/100 g fresh matter and 9.83 mg/100 g of fresh matter, in TP1 and TP2, respectively. With regard to calculations with dry matter, a significant increase in lycopene occurred in the processing step from RT to TP1, but with further processing to TP2, lycopene concentration decreased significantly, about 38%, to a concentration comparable to RT (Table 1). Similar behaviour was observed in the content of *all-(E)*-lycopene, which composed about 90% of the total lycopene present in RT, TP1 and TP2 (Table 1). Lycopene was not susceptible to thermal isomerization; isomeric distribution was not altered during heat treatment. (*Z*)-lycopene ranged between 6.5% and 10%, being the main isomer of (*15Z*)-lycopene in the (*Z*)-configuration. All three samples contained β -carotene in concentrations about 10-fold less than that of lycopene. TP1 and TP2 showed a higher content of β -carotene than RT expressed as fresh matter (Table 1). However when data were expressed as dry matter, a significant reduction was observed in the total and *all-(E)*- β -carotene content. As the time of thermal treatment was extended, the degradation of β -carotene increased, with values of 7.71 mg/100 g of dry matter in RT and 5.18 mg/100 g of dry matter in TP2. The thermal treatment also caused isomerization of β -carotene; (*Z*)-isomers were not detected in the raw sample, but 9.8 % and 6% of (*Z*)- β -carotene appeared in the heat-treated samples TP1 and TP2, respectively (Table 1). Lutein was not found in the samples.

TPC increased in fresh matter from 2.30 mg GAE/100 g in RT to 12.80 and 23.40 mg GAE/100 g in TP1 and TP2, respectively (Table 2). In addition, when considering dry

matter, heat treatment resulted in a significant increase of TPC of 63% and 89% in TC1 and TC2, respectively. The same behaviour was observed in the content of TFI expressed for both fresh and dry matter (Table 2). TF was concentrated significantly as a function of the extension of treatment in fresh matter from 0.53 mg of CE/100 g in RT to 4.02 mg of CE/100 g in TP2 (Table 2), resulting also in a significant increase, up to 60% in TP2, when data are expressed for dry matter. Hence, interestingly, the perceptual fraction of TFI relative to TPC increased from 9.3% in RT to 11.0% and 16.1% in TP1 and TP2, respectively (data not shown).

Heat treatment increased the content of individual flavonoids and hydroxycinnamic acids expressed as fresh matter (Table 2). However, in dry matter the behaviour differed depending on the compound. Kaempferol content decreased significantly from RT to both tomato pastes, which showed a similar final content of around 0.77 mg/100 of dry matter (Table 2). Although naringenin was analysed using HPLC, it was not detected in our samples. Chlorogenic and caffeic acids increased from RT to TP with the extension of heat treatment. TP2 showed double the content of those acids compared with TP1. On the contrary, ferulic and *p*-coumaric acids decreased significantly due to the concentration process (Table 2).

The total content of ascorbic acid in the three samples expressed as fresh matter and dry matter is shown in Figure 1. As expected, ascorbic acid decreased significantly from RT to TP1 and from TP1 to TP2. After heating about 30 min at 110°C, less than 10% of the original ascorbic acid could be found in TP2.

Table 3 shows the antioxidant capacity (TEAC and FRAP assays) in RT, TP1 and TP2, expressed as dry matter, for the different extracts (water, phosphate buffer, methanol and ethanol). The TEAC and FRAP values depend significantly on the extract and the intensity of the thermal treatment applied to the tomato samples. With FRAP as well as with TEAC assays, the antioxidant capacities of both concentrates were significantly lower than those of RT for all types of extracts. A significantly high activity was detected in the RT sample extracted with buffer and assayed using the FRAP method (Table 3). Ascorbic acid content was significantly correlated with AC measured by both methods in water, buffer and methanolic extracts ($r > 0.9$, $p < 0.01$). TEAC of methanolic extracts correlated with TPC ($r = 0.64$, $p < 0.05$) and TF ($r = 0.92$, $p < 0.01$). Related to the individual phenolic compounds, only ferulic and *p*-coumaric acids showed a positive correlation with the AC of different extracts as measured by TEAC and FRAP. A positive correlation was also observed between the content of quercetin and TF and among caffeic and chlorogenic acids and TPC. But no correlation was detected between the content of lycopene and AC.

TABLE 3
Antioxidant capacity in the different extracts of raw tomato (RT) and tomato pastes (TP1 and TP2) using the TEAC ($\mu\text{mol eq. Trolox}/100\text{ g of dry matter}$) and FRAP ($\text{mmol Fe eq.}/100\text{ g of dry matter}$) assays¹

Sample	Water	Phosphate		
		Buffer	Methanol	Ethanol
TEAC assay				
RT	484.20 \pm 7.03 ^d	723.7 \pm 17.20 ^b	610.61 \pm 7.13 ^c	733.82 \pm 9.66 ^a
TP1	286.15 \pm 10.93 ^c	114.4 \pm 3.42 ^d	447.83 \pm 6.92 ^b	504.75 \pm 5.00 ^a
TP2	204.52 \pm 2.82 ^c	170.5 \pm 1.13 ^d	618.03 \pm 3.34 ^a	573.72 \pm 9.70 ^b
FRAP assay				
RT	2.45 \pm 0.22 ^c	10.53 \pm 0.05 ^a	2.99 \pm 0.18 ^b	2.77 \pm 0.03 ^{bc}
TP1	0.94 \pm 0.09 ^d	2.13 \pm 0.01 ^a	1.18 \pm 0.07 ^c	1.78 \pm 0.01 ^b
TP2	0.79 \pm 0.11 ^b	1.46 \pm 0.12 ^a	1.67 \pm 0.17 ^a	1.43 \pm 0.11 ^a

¹Mean value and standard deviation of three determinations. Different letter in the same row shows significant differences for $p < 0.05$.

DISCUSSION

We studied the alterations in antioxidant micronutrients contained in tomatoes submitted to moderate heat treatment. We emphasised domestic heating conditions such as those commonly found in households while preparing tomato sauce, etc., not industrial processes that usually include hot break techniques before processing and lower temperatures of thermal treatment. Moderate heat treatment raised the total lycopene content by 30% when samples of tomatoes were heated at 110°C for 15 min; however the extension of thermal treatment by an additional 15 min led to a decrease of total lycopene in TP2. It is known that homogenisation and heating releases lycopene from its binding sites within the tomato matrix, which allows a better extraction and quantification of the lycopene content in tomato products (12, 16). However, lycopene and other carotenoids can be degraded by oxidative damage when thermal treatment is extended in time and intensity. So the total lycopene content in TP2 decreased moderately, less than 10%, but no isomerization from the (*all-E*) to (*Z*)-configuration occurred during thermal treatment. Shi (1) and Zanoni (26) reported that in tomato products cooked at temperatures above 100 °C, degradation occurred faster than isomerization, increasing as a function of cooking time. For this reason, the losses observed in TP2 could stem from the oxidation of lycopene toward lycopene epoxides, which have not been analysed in this study but could represent more than 5% of the content of lycopene in tomato juices (27). These results agree with those reported by Takeoka (11), who described lycopene concentration decreases of 9–28% after thermal processing of tomatoes into paste, rising with the extension of the heating. So lycopene in tomatoes is relatively resistant to degradation, compared with pure lycopene systems, because other antioxidant constituents, including tocopherol,

ascorbic acid and phenolic compounds help to stabilize lycopene during processing (10,11). In addition, the different physical structures of the crystals and membranes associated with lycopene might influence its thermo stability and susceptibility to isomerization. This suggestion is supported by the fact that (*all-E*)-lycopene isolated from a food matrix isomerised quickly when heated (16), but that did not occur when the lycopene was in tomatoes (10). On the contrary, β -carotene is more labile to thermal treatment, decreasing in total content and increasing its percentage of (*Z*)-isomers, because β -carotene is susceptible to isomerization, and lycopene is not (5,10,11,18).

Heat treatment caused a significant increase in TPC and TF, mainly due to the breakdown of the cell structure during thermal processing, which allowed a better extraction of those compounds from the food matrix, as described by Gahler (9). Tomato products are considered a good source of flavonol, in which around of 30 % of quercetin is in its free form. In this study, the levels of free quercetin increased slowly in TP2 compared with RT, but the major change was observed in rutin. This flavonol was extracted from tomato skin during processing because the highest amount of conjugated quercetin is accumulated in the skin of tomato fruits (30). These results suggest that processing of tomatoes did not cause a hydrolysis of rutin or other quercetin conjugates, improving their content due to a breakdown of flavonols in the cell wall. In contrast, the content of kaempferol decreased during processing because it is present in a lower concentration in the tomato skin and flesh (30). The flavanone naringenin was not detected in the samples, but some studies have described different levels of naringenin in raw tomatoes and tomato products due to the conversion of naringenin chalcone, present in the skin, into its isomeric flavanone form (31). The other individual phenolic compounds are known to be present in

tomatoes in concentrations between 2 and 71 mg/kg (3). Related to the content of phenolic acid, *p*-coumaric acid was observed to decrease after treatment, probably due to degradation during thermal treatment because these compounds are mainly in the tomato flesh and not in the skin (32,33). On the contrary, hydroxycinnamates (chlorogenic and caffeic acids) increased more than 3-fold from RT to TP2. That increase results from the extraction of these compounds from tomato skins during processing because chlorogenic acid is mainly in this part of tomato fruits (34). Considering that quercetin and chlorogenic acid are considered antioxidants with a beneficial effect for human health, the consumption of processed tomato products might provide a higher amount of dietary phenolic antioxidants than raw tomato.

Results on the behaviour of ascorbic acid were comparable with those in the scientific literature (5,9,12,27). As expected, ascorbic acid was destroyed with the extension of the heat treatment. These results show that domestic cooking might cause greater losses of ascorbic acid than industrial production of tomato paste (28°Brix), in which vitamin C loss was determined to be about 55% (5). The reason might be that the industrial process was carried out under light vacuum, whereas domestic cooking occurs under normal atmosphere.

The decrease of AC in TP1 and TP2 compare with RT, expressed as dry matter, of the product, is a result of the intensity of thermal treatment, which reduce the relative concentration of antioxidants (9,12). We evaluated both the scavenging capacity (ABTS assay) and the iron-reducing power (FRAP assay) of tomato products. AC was observed in the different fractions, and each extracting solution allowed the extraction of different antioxidant compounds, giving different values. In the TEAC method, the highest values were obtained with methanol and ethanol, with the exception of RT, in which the buffer showed a high scavenging capacity. In FRAP analysis, the highest value was also observed in RT extracted with buffer, showing similar values for the other fractions. This behaviour could be due to a higher extraction of aqueous-phase antioxidants, such as ascorbic acid and glutathione, in the buffer and also to the extraction of antioxidant enzymes that are active in the raw sample (35). We have not investigated the content of glutathione or antioxidant enzymes because we have focused on nutritional compounds, not the physiological mechanisms of the fruit. In this sense, a positive correlation was detected in all fractions between ascorbic acid and AC because vitamin C is one of the antioxidants that contribute to AC in tomatoes (3,29). In addition, other antioxidants, TP, TF and individual phenolic compounds also showed a positive correlation with AC. Taking into account that vitamin C decreased significantly in tomato paste compared with RT, the contribution of phenolic antioxidants seems to be interesting in determining the AC of processed tomato products. However, this effect was observed

only in the methanolic fractions and the TEAC assay because the methanolic extract contains mainly phenolic compounds (11). Pulido (36) measured the FRAP values of several polyphenols (quercetin and ferulic and caffeic acids) in water and methanol, and the absorption did not stop at 4 min. Instead, it increased slowly, even after several hours. Therefore, the FRAP cannot provide an accurate value of AC in extracts with phenolic antioxidants. A negative correlation was observed between quercetin, rutin, caffeic and chlorogenic acids because their contents increased in processed products as AC decreased. On the contrary, kaempferol, ferulic and *p*-coumaric acids showed a positive correlation with the AC of all tomato fractions. The results show that in processed tomato products with a low content of ascorbic acid, AC is determined mainly by the phenolic antioxidants. Because the content of individual phenolic compounds depends on several factors, both agronomical and technological, the measure of total flavonoids and total phenolics can be considered an indicator of AC. No correlation was found between lycopene and other carotenoids and AC because those compounds were not solubilized in the different assayed extracts.

CONCLUSIONS

The effects of thermal processing on the nutritional value of tomato paste differ according to the extension of heating. Increases in TPC, TF, individual flavonoids and hydroxycinnamic acids leads to an enhancement of the phenolic antioxidants of tomatoes, which are responsible for maintaining the antioxidant capacity of processed products after losses of ascorbic acid. However, the extension of thermal processing causes a degradation of lycopene, decreasing the contents of both the (E) and (Z) lycopene isomers.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank EU VI Frame Programme for the financial support through the IP LYCOCARD-2006-016213 project. The results obtained in this paper only reflect the authors' view and the Community is not liable for any use that may be made of the information contained herein. The authors are grateful to the Ministry of Education and Science of the Spanish Government for the project AGL 2006-26965-E and to the "Fundación Seneca" of the Murcia Regional Government for the project 05774/PI/07.

REFERENCES

1. Shi J, Maguer ML, Bryan M, Kakuda Y. Kinetics lycopene degradation in tomato puree by heat and light irradiation. *J Food Process Eng* 2003; 25:485-498.
2. Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. Tomatoes and

- cardiovascular health. *Crit Rev Food Sci and Nutr* 2003; 43:1-18.
3. Martínez-Valverde I, Periago MJ, Provan G, Chesson A. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J Sci Food Agric* 2002; 82:323-330.
 4. Bugianesi R, Salucci M, Leonardi C, Ferracane R, Catasta G, Azzini E, Madani G. Effect of domestic cooking on human bioavailability of naringenin, chlorogenic acid, lycopene and β -carotene in cherry tomatoes. *Eur J Nutr* 2004; 43:360-366.
 5. Abushita AA, Daood HG, Biacs, PA. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *J Agri Food Chem* 2000; 48:2075-2081.
 6. Jenab M, Ferrari P, Mzuir M, Tjonneland A, Clavel-Chapelon F, Linseisen J, Trichopoulou A, Tumino R, Bueno-de-Mesquita HB, Lund E, Gonzalez CA, Johansson G, Key TJ, Riboli E. Variations in lycopene blood levels and tomato consumption across European countries based on the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *J Nutr*, 2005; 13:2032S-2036S.
 7. Porrini M, Riso P, Testolin G. Absorption of lycopene from single or daily portions of raw and processed tomatoes. *Brit J Nutr* 1998; 80:353-361.
 8. Böhm V. Use of column temperature to optimise carotenoid isomer separation by C30 high performance liquid chromatography. *J Separ Sci* 2001; 24:955-959.
 9. Gahler S, Otto K, Böhm V. Alterations of vitamin C, total phenolics and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products. *Food Chem*, 2003; 51:7962-7968.
 10. Nguyen N, Francis D, Schwartz S. Thermal isomerisation susceptibility of carotenoids in different tomato varieties. *J Sci Food Agric* 2001; 81:910-917.
 11. Takeoka GR, Dao L, Flessa S, Gillespie DM, Jewell WT, Huebner B, Bertow D, Ebeler SE. Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes. *J Agric Food Chem* 2001; 49:3713-3717.
 12. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 2002; 50:3010-3014.
 13. Lavelli V, Giovanelli G. Evaluation of heat and oxidative damage during storage of processed tomato products. II. Study of oxidative damage indices. *J Sci Food Agric* 2003; 83:966-971.
 14. Lin CH, Chen BH. Determination of carotenoids in tomato juice by liquid chromatography. *J Chromatogr A* 2003; 1012:103-109.
 15. Podsedek A, Sosnowska D, Anders B. Antioxidant capacity of tomato products. *Eur Food Res Techn* 2003; 217:296-300.
 16. Seybold C, Fröhlich K, Bitsch R, Otto K, Böhm V. Changes in contents of carotenoids and vitamin E during tomato processing. *J Agric Food Chem* 2004; 52:7005-7010.
 17. Lin CH, Chen BH. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. *Food Chem* 2005a; 90:837-846.
 18. Lin CH, Chen BH. Stability of carotenoids in tomato juice during processing. *Eur Food Res Techn* 2005b; 221:274-280.
 19. Toor RK, Savage GP. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Res Int* 2005; 38:487-494.
 20. Böhm V, Bitsch R. Intestinal absorption of lycopene from different matrices and interaction to other carotenoids, the lipid status and the antioxidant capacity of human plasma. *Eur J Nutr* 1999; 38:118-125.
 21. Crozier A, Jensen E, Lean MEJ, McDonald MS. Quantitative analysis of flavonoids by reversed-phase high performance liquid chromatography. *J Chromatogr A*, 1997; 761:315-321.
 22. Esteve MJ, Farré R, Frigola A, López JC, Romera JM, Ramírez M, Gil A. Comparison of voltammetric and high performance liquid chromatographic methods for ascorbic acid determination in infant formulas. *Food Chem* 1995; 52:99-102.
 23. Böhm V, Puspitasari-Nienaber NL, Ferruzzi MG, Schwartz SJ. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of β -carotene, β -carotene, lycopene and zeaxanthin. *J Agric Food Chem* 2002; 50:221-226.
 24. Miller NJ, Sampson J, Candeias LP, Bramley PM, Rice-Evans CA. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Lett* 1996; 384:240-246.
 25. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 1996; 239(1):70-76.
 26. Zanoni B, Pagliarini E, Giovanelli G, Lavelli V. Modelling the effect of thermal sterilization on the quality of tomato puree. *J Food Engin* 2003; 56:203-206.
 27. Sánchez-Moreno C, Plaza L, de Ancos B, Cano P. Nutritional characterisation of commercial traditional pasteurised tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical-scavenging capacity. *Food Chem* 2006; 98:749-756.
 28. Jacob K, Periago MJ, Böhm V & Ros Berruero G. Influence of lycopene and vitamin C from tomato juice on biomarkers of oxidative stress and inflammation. *Brit J Nutr* 2008; 99:137-146.
 29. Periago MJ, García-Alonso F J, Jacob K, Olivares AB, Bernal MJ, Iniesta MD, Martínez C, Ros G. Bioactive compounds, folates and antioxidant properties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) during vine ripening. *Int J Food Sci Nutr*. In press.
 30. Stewart AJ, Bozonnet S, Mullen W, Jenkins GI, Lean MEJ, Crozier A. Occurrence of flavonols in tomato and tomato based products. *J Agric Food Chem* 2000; 48:2663-2669.
 31. Tomás-Barberán FA, Clifford MN. Flavanones, chalcones and dihydrochalcones – nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric* 2000; 80:1073-1080.
 32. Buta JG, Spaulding DW. Endogenous levels of phenolics in tomato fruit during growth and maturation. *J Plant Growth Reg* 1997; 16:43-46.
 33. Nicoletti I, De Rossi A, Giovinazzo G, Corradini D. Identification and quantification of stilbenes in fruit of transgenic tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) by reversed phase HPLC with photodiode array and mass spectrometry detection. *J Agric Food Chem* 2007; 55:3304-3311.
 34. Shaidi F, Naczki M. *Foods phenolics. Sources, chemistry, effects, application*. Lancaster, Pennsylvania: Technomic, Publishing Co., INC eds. 1995.
 35. Jiménez A, Creissen G, Kular B, Firmin J, Robinson S, Verhoeven M, Mullineaus P. Changes in oxidative processes and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. *Planta* 2002; 214:751-758.
 36. Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing antioxidant power assay. *J Agric Food Chem* 2000; 48:3396-3402.

Recibido: 25-01-2010

Aceptado: 27-07-2010

Desarrollo de una formulación de paté a base de descartes de pulpa de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)

Mario Villarroel, Julia Hazbun, Pamela Morales

Departamento de Ingeniería Química. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. Departamento de Nutrición. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

RESUMEN. Se desarrolló una formulación optimizada de paté utilizando descartes de pulpa de trucha arcoiris utilizando la metodología Taguchi teniendo en cuenta que sus beneficios sobre la salud lo convierte en una alternativa viable interesante como un producto con características funcionales para ayudar a los consumidores a tener un estilo de vida saludable. El proceso de optimización se llevó a cabo en dos etapas. Primero se ocupó el arreglo ortogonal $L_8 2^7$ con 7 variables independientes para seleccionar los factores de control que tuvieran un efecto significativo sobre la calidad sensorial (C.S.) quedando finalmente seleccionadas: ají merkén, cloruro de sodio, manteca vegetal junto con el arreglo ortogonal $L_9 3^4$. Las respuestas de C.S. fueron sometidas a un análisis estadístico de diferencias de magnitud de promedios y análisis de varianza (ANOVA) determinándose que los factores que influyeron significativamente ($p < 0.05$) en la C.S. fueron ají merkén, cloruro de sodio y margarina. La combinación óptima resultante fue: ají merkén 0.7%, cloruro de sodio 1.3%, manteca vegetal 5.2% y margarina 5.2%. Con respecto a su caracterización química, destacaron proteínas 13.8%, extracto etéreo 10.2%, densidad energética 175 Kcal/100 g y colesterol 46.6 mg/100g. Los resultados de estabilidad al almacenamiento durante un período de seis semanas a 5°C expresados como recuento aerobios mesófilos (RAM) e índice peróxidos (I.P.) fueron $1.6E+0.4$ ufc/g y 8.44 meq O_2 /Kg. grasa respectivamente, ambos inferiores a los máximos permitidos por la reglamentación chilena. Con respecto a la aceptabilidad del producto fue de 91% y el 87% de los encuestados estaría dispuesto a comprarlo.

Palabras clave: Formulación de paté, trucha arcoiris, metodología Taguchi, optimización, calidad sensorial.

INTRODUCCION

Actualmente, el esfuerzo de muchas empresas y en particular las pesqueras es utilizar al máximo la materia prima que llega a sus plantas de proceso para abaratar costos y disminuir los desechos orgánicos que se arrojan al medio ambiente. El año 2007 el Servicio Nacional de Pesca de Chile (1) informó que la extracción total de productos marinos en Chile registrada al mes de Junio, 2008 alcanzó las 318.000 ton, cifra superior en un 11 % a la registrada a igual período del 2007 siendo los principales recursos a nivel nacional salmón atlántico (*Salmo salar*), chorito (*Mytilus chilensis*) y trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), aportando

SUMMARY: Development of a paté formulation basis on rainbow trout discards. An optimized formulation of pate was developed using rainbow trout discard with the employment of Taguchi methodology, taking into account that the health-promoting benefits of this resource makes it a viable alternative as a functional foods to help consumers to get a healthy lifestyle. The optimization process utilizing Taguchi methodology was carried out in two phases. First, an orthogonal array $L_8 2^7$ with seven independent variables was chosen to select the control factors with a significant effect on the sensory quality (SQ). As a result, the following independent variables were selected: merkén pepper, sodium chloride, vegetal lard and margarine. In the second stage the $L_9 3^4$ orthogonal array was used. Data were analysed using differences between average values of factors according working levels, and also ANOVA, summing up that merken pepper, sodium chloride and margarine showed a significant effect ($p > 0.05$) on the SQ. Best combination turned to be: merkén 0.7%, sodium chloride 1.3%, vegetal lard 5.2% and margarine 5.2%. Among the chemical characteristics highlighted protein 13.8%, lipid 10.21%, caloric density 175 Kcal/100g and cholesterol 46mg/100g. Shelf life study during a period of time of 6 weeks at 5°C expressed as mesophyl aerobic count (MAC) and peroxide index were $1.6E+0.4$ ufc/g and 8.44 meq O_2 /Kg respectively, both characteristics lower than the maximum limits allowed for chilean regulations. Concerning to the acceptability of the optimized product the hedonic test showed 91% approval and also 87% of consumers would be well disposed to buy this product.

Key words: Paté formulation, rainbow trout, taguchi methodology, optimization, sensory quality.

respectivamente el 36%, 32% y 21% del total producido (2,3). Por otra parte, las exportaciones de salmón y trucha, en los primeros siete meses de la temporada 2008 totalizaron 279.291 ton netas, lo que implicó un aumento en los envíos al exterior de 16% en volumen con respecto a igual periodo del año anterior (3).

En cuanto a la industrialización de salmón y trucha arcoiris, como resultado del acelerado crecimiento de la creciente demanda internacional se ha generado una cantidad importante de desechos orgánicos (10% a 20%) con un peligroso impacto de diseminación de los residuos a través de corrientes de aguas, comprometiendo la explotación agrícola y la calidad de vida de los habitantes cercanos a estas zonas industriales.

Tomando en cuenta esta realidad se plantea darle otros destinos a estos desechos con un mayor valor agregado, uno de los cuales podría ser la elaboración de paté. Al respecto, el paté, tanto por su llamativa presentación comercial así como por la variedad de sus sabores (4-6) ha mostrado un crecimiento sostenido en su producción en nuestro país y comercialización a partir del año 2001, año en el cual, sobre la base de un esfuerzo de la Asociación de Industrias de Cecinas y con la colaboración del INE (Instituto Nacional de Estadística), se implementó una encuesta de carácter nacional que permitió conocer el volumen de producción de todos los productos de la industria cecinera, de los cuales el paté mostró un franco crecimiento, llegando el año 2005 a 12.113 ton, correspondiente al 10 % de la producción total de cecinas (4) tendencia que se ha mantenido hasta ahora., obteniéndose las siguientes ventajas: reducción del grado de contaminación ambiental por disminución de la descarga de desechos de este recurso al medio ambiente; incorporación de valor agregado a productos desarrollados y, lo mas importante desde el punto de vista de nutricional y de salud de la población, ampliar la gama de productos acuícolas ricos en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 EPA y DHA (7,8) reconocidos por sus características funcionales en la prevención y reducción de enfermedades cardiovasculares (8). Tomando en cuenta estos antecedentes se pretende aplicando la metodología Taguchi desarrollar una formulación optimizada de paté de óptima C.S. utilizando para ello descartes de trucha arcoiris.

MATERIALES Y METODOS

Materias primas

Descartes congelados de pulpa de trucha arcoiris libres de espinas y piel fueron donados por la empresa Sociedad Pesquera Landes S A. de la ciudad de Talcahuano, Chile. En la elaboración del paté se siguió el procedimiento utilizado para la fabricación de embutidos cocidos (9) utilizando cloruro de sodio y ají merken como saborizantes y manteca vegetal y margarina para mejorar la consistencia, suavidad y untabilidad en concentraciones variables en las muestras experimentales por ser los factores de control seleccionados para optimizar la calidad sensorial (C.S.) y Relación Señal/Ruido (S/R) del producto. El resto de los ingredientes tales como carragenina, almidón de maíz, mono y diglicéridos y sorbato de potasio que mantuvieron constantes sus concentraciones fueron adquiridos en el mercado local. La pulpa previamente descongelada a 5°C durante 12 horas se sometió a un tratamiento térmico en un baño termostataado Memmert, a una temperatura de 80°C, agregando almidón de maíz y agitando a una velocidad de 120 rpm por 15 minutos. Terminado este tiempo se aumentó la temperatura a 90°C, para asegurar la gelificación del almidón, agitando 5 minutos más.

Terminada esta etapa, se disminuyó la temperatura dejan-

do la muestra en reposo en un refrigerador por aproximadamente 2 horas. Posteriormente, se homogeneizó la muestra durante tres minutos usando una mezcladora Somela cuidando que la temperatura no sobrepasara los 16°C. Luego, se añadió el resto de ingredientes mezclándolos en una procesadora marca Kitchen Aid Inc., utilizando una velocidad de agitación de 60 rpm. La emulsión formada se envasó en potes herméticos de plástico, y se pasteurizó por 15 min a 90°C en baño maría. Finalmente, las muestras se almacenaron en una cámara de refrigeración a 5°C para su caracterización.

Diseño experimental

En este estudio resultó muy conveniente de acuerdo con la metodología Taguchi (10) practicar una depuración de factores de control utilizando el arreglo ortogonal L_9 que permitió simplificar el diseño obteniendo como resultado que de siete factores inicialmente sugeridos se logró disminuirlos a 4 como los más importantes.: ají merken, cloruro de sodio, manteca vegetal y margarina. Para encontrar la mejor combinación de las cuatro variables para producir un paté de trucha con la mejor CS y S/R se llevó a cabo una experiencia utilizando el arreglo ortogonal L_9 (Tabla 1).

TABLA 1
Valores de Calidad Sensorial (C.S) y Señal/Ruido (S/R)
utilizando el arreglo ortogonal L_9

P diseño	Ají Merken (g/100g)	NaCL (g/100g)	Manteca (g/100g)	Margarina (g/100g)	C.S*	S/R
1	1(0.2)	1(0.5)	1(4.0)	1(4.0)	3.11	9.84
2	1(0.2)	2(1.0)	2(6.0)	2(6.0)	3.90	10.77
3	1(0.2)	3(1.5)	3(8.0)	3(8.0)	3.58	11.07
4	2(0.4)	1(0.5)	2(6.0)	3(8.0)	3.46	10.77
5	2(0.4)	2(1.0)	3(8.0)	1(4.0)	3.41	10.61
6	2(0.4)	3(1.5)	1(4.0)	2(6.0)	4.06	12.16
7	3(0.8)	1(0.5)	3(8.0)	2(6.0)	4.06	12.15
8	3(0.8)	2(1.0)	1(4.0)	3(8.0)	3.97	11.96
9	3(0.8)	3(1.5)	2(6.0)	1(4.0)	4.27	12.60

*Promedio, n=2 Promedio Total 3.76 11.32

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de diferencia de magnitud de promedios por factor de control y nivel de trabajo complementado con el análisis de varianza (ANOVA) para determinar los factores con mayor influencia sobre la respuesta, utilizando el software Qualitek-4 (10).

La información obtenida permitió finalmente determinar la ecuación teórica optimizada (ETO), para la cual se consideró el tipo de respuesta mayor es mejor. Este dato fue validado con la ejecución de un ensayo confirmatorio.

Análisis sensorial

La C.S. definida como la suma de las características de color, sabor y consistencia, con sus correspondientes factores de importancia se obtuvo en sesiones de panel abierto participando 10 jueces entrenados. Para la evaluación de las muestras experimentales se utilizó el test de puntaje compuesto (11) y una escala analítico descriptiva de cinco puntos, que va desde 1 = Muy mala a 5 = Muy buena. Los parámetros considerados como importantes para incluirlos en la ecuación fueron color, sabor y consistencia. Las sesiones se llevaron a cabo en duplicado, obteniéndose un promedio total de respuestas, utilizando la ecuación.

$$C.S. = 0.232 * \text{Color} + 0.484 * \text{Sabor} + 0.279 * \text{Consistencia}$$

Test hedónico

El producto optimizado fue evaluado para determinar el grado de aceptación y satisfacción de los consumidores por medio del test de aceptabilidad hedónico (11). 80 personas de ambos sexos, cuyas edades fluctuaban 10 a 60 años analizaron el paté de trucha arcoiris, para lo cual se utilizó una escala sensorial de cinco puntos, desde 1 = me desagrada mucho, hasta 5 = me agrada mucho.

Procedimientos analíticos

El producto se caracterizó químicamente determinándose los porcentajes de humedad, extracto etéreo, proteínas (Nx 6.25), cenizas y contenido de carbohidratos (por diferencia), de acuerdo a los procedimientos estándares de la AOAC (12). Para determinar la actividad de agua se utilizó el Higrómetro Lufft Pert- Messer). El contenido de colesterol, se determinó por cromatografía gaseosa de acuerdo al método descrito por Kovacs et al. (13)

Ensayo de estabilidad en el almacenamiento

Con el objeto de determinar la estabilidad de la formulación en el tiempo se almacenaron muestras de paté en potes plásticos herméticos a 5°C, por un período de seis semanas, tiempo en el cual se extrajeron muestras cada siete días y se analizó la evolución del crecimiento microbiano mediante el recuento de aerobios mesófilos (RAM) e índice de peróxidos (I.P.), de acuerdo a procedimientos descritos en el Manual de Técnicas Microbiológicas del Instituto de Salud Pública (14) y la Norma Chilena Oficial NCh 105 de 1980 (15), respectivamente.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra el arreglo ortogonal que incluye las cuatro variables independientes y sus respectivos niveles de trabajo con la finalidad de analizar la magnitud de variación de la C.S; y S/R a medida que cambian las combinaciones de

los factores de control aplicando la alternativa “mayor es mejor”. De las nueve corridas experimentales destacó el punto de diseño 9 con valores para C.S y S/R de 4.27 y 12.60 respectivamente

Por su parte la Tabla 2 presenta los resultados del análisis de varianza que permite determinar la contribución de los factores de control sobre las respuestas C.S. y S/R destacando nítidamente los aportes de las variables ají merken y cloruro de sodio responsables del sabor con valores F de 31.14 y 12.49 y una contribución al comportamiento de la respuesta conjunta de 71%.

TABLA 2
Análisis de varianza de los factores de control

Fuente variación	g.l.	S.C.	Varianza	F _{experimental}	% R ²
Ají Merkén	2	1.53	0.77	31.14*	58.74
Cloruro de sodio	2	0.61	0.31	12.49*	23.55
Manteca vegetal	2	0.01	0.00	0.17	0.33
Margarina	2	0.23	0.12	4.72*	8.89
Error	9	0.22	0.02		8.49
Total	17	2.61			100

* F significativo $p \leq 0.05$; $F_{\text{tabla}} = 4.26$.

La Tabla 3 muestra los ingredientes de la formulación optimizada de paté de trucha arcoiris una vez terminado la etapa experimental, donde se incorporaron los niveles de trabajo de las cuatro variables independientes 3 para ají merken y cloruro de sodio y 2 para manteca vegetal y margarina respectivamente, cifras que habían sido determinadas previamente.

TABLA 3
Formulación optimizada de paté de trucha arcoiris

Ingrediente	(g/100g)
Pulpa de trucha arcoiris cocida	75.2
Almidón de maíz	8.6
Margarina	6.0
Manteca vegetal	6.0
Cloruro de sodio	1.5
Carragenina	0.9
Ají Merkén	0.8
Mono y diglicéridos de ácidos grasos	0.9
Sorbato de Potasio	0.1
Total	100.0

La Tabla 4 señala el análisis comparativo de la composición químico proximal de la formulación optimizada de paté de trucha arcoiris comparada con paté de salmón, hígado de ganso y ternera, destacando el alto contenido de humedad (67%), y bajos contenido de componentes grasos (10.2%),

densidad calórica (175 Cal) y colesterol (45%) que marcan la diferencia de este producto con los demás productos.

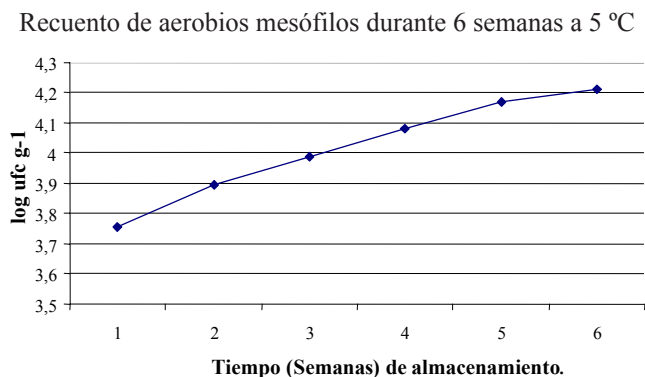
TABLA 4
Composición química (g/100g) de paté de trucha arcoiris comparada con otros productos equivalentes

Parámetros	Paté trucha Arcoiris	Paté salmón de ganso(a)	Paté hígado ahumado (b)	Paté ternera(c)
Humedad	66.8	51.9	37.0	42.3
Cenizas	2.2	1.1	3.1	2.9
Extracto etéreo	10.2	26.3	43.8	42.0
Proteínas*	13.8	20.1	11.4	11.5
H. de Carbono**	7.0	0.6	4.7	1.3
Calorías	175	320	462	492
Sodio (mg/100g)	786	N.I***.	697	446
Colesterol(mg/100g)	45.6	36.9	150	77.6

Fuente. (a) Villarroel et al (18); (b) USDA (7); (c) Echarte et al (20)
* Nx6.25; **Por diferencia, ***No Informado

La vida útil de un alimento se define como el periodo de tiempo transcurrido desde la fecha de elaboración del producto hasta que alguno de los parámetros de calidad o la calidad total alcance el límite de deterioro tolerable (16,17) para lo cual interesa saber el tiempo que se puede mantener el alimento con un nivel de calidad óptimo, por lo que es de suma importancia conocer estos cambios químicos y/o microbiológicos en función del tiempo durante el periodo de almacenamiento. La Figura 1 representa la estabilidad del paté de trucha bajo condiciones de baja temperatura tomando en cuenta que es un producto con una actividad de agua alta que lo hace vulnerable al desarrollo de microorganismos. Si se observa la tendencia del incremento de la carga microbiana, la respuesta siguió un comportamiento directamente proporcional al tiempo transcurrido suavizado por la baja temperatura de exposición de la muestra que permitió que al cabo de 6 semanas el producto todavía estaba en condiciones de ser consumido.

FIGURA 1



DISCUSION

Optimización utilizando la metodología Taguchi

En la Tabla 1 se muestran los resultados de C.S. y S/R que corresponden a los promedios de las respuestas entregadas por el panel de jueces. En ella se observa que el mejor resultado correspondió a la corrida experimental N° 9 con una combinación de niveles de las variables 3, 3, 2, 1 para los factores ají merken, cloruro de sodio, manteca y margarina respectivamente, con puntajes promedios de C.S. 4.27 y S/R 12.60, equivalentes a una calificación entre “Buena” y “Muy Buena” de acuerdo a la escala de evaluación sensorial empleada, caracterizado por presentar un color atractivo, sabor natural y agradable y una consistencia untada, homogénea, suave al paladar. Con respecto a la S/R esta respuesta tiene una gran importancia pues señala la robustez de la calidad del producto desarrollado frente a condiciones de ruido que pudieran afectar sus características sensoriales. En contraste, las peores combinaciones se produjeron en las corridas experimentales 1,2,3 y 4 donde predominaban los niveles de trabajo inferiores 1 y 2 destacando el punto de diseño 1 donde se obtuvo una calificación promedio para C.S. de 3.11 y 9.84 para S/R, considerada como “Regular” y caracterizada por presentar un color tenue, poco salado y consistencia deficiente valor inferior al promedio total de C.S de 3.76 y S/R de 11.32. Con respecto al análisis de diferencia de promedios por factor y nivel de trabajo los mejores valores correspondieron al nivel de trabajo mayor para los factores de control ají merkén y cloruro de sodio y nivel medio para los factores manteca vegetal y margarina. Por su parte el ají merkén fue el que mostró el mayor delta de respuesta de C.S., con un valor igual 0.71; seguido por el cloruro de sodio con un valor igual a 0.43 y margarina igual a 0.27, en tanto la manteca vegetal presentó la menor influencia con un valor de 0.05. Hay que tener en cuenta que mientras mayor sea el valor de delta mayor será la influencia de los factores de control sobre la respuesta. Este comportamiento demuestra que los factores de control de tipo saborizantes como merken y cloruro de sodio tienen mas influencia que las variables relacionadas con la consistencia del producto desarrollado. A su vez en este análisis se pudieron identificar los niveles de trabajo para obtener un producto de buena C.S. y S/R siendo la combinación óptima la integrada por ají merken, nivel 3 (0.8%), cloruro de sodio, nivel 3 (1.5%), manteca, nivel 2 (6%) y margarina, nivel 2 (6%).

Posteriormente, los datos fueron sometidos a un análisis de ANOVA con el propósito de determinar que factores influyeron significativamente ($p \leq 0,05$) sobre la respuesta (Tabla 3). Estos fueron ají merkén, cloruro de sodio y margarina, con una contribución conjunta cercana al 91 % de la respuesta. Los resultados obtenidos demostraron que tanto el ají merken como el cloruro de sodio por sus efecto sobre el

sabor del paté resultaron ser los factores que más influyeron a la C.S. y S/R totalizando un 83% de contribución, resultados coincidentes con lo encontrado por Villarroel et al (18), seguido a distancia por la margarina con una participación cercana al 9%. En contraste la manteca vegetal fue el factor que menor impacto alcanzando solo un 0.33%.

A partir de la información obtenida se calculó el valor teórico optimizado de C.S. del paté de trucha utilizando para ello solo los niveles de trabajo óptimos de los factores que influyeron de manera significativa a la respuesta, obteniendo como resultado una C.S. de 4.51 equivalente a una calificación entre “Buena” a “Muy Buena”, por presentar un color atractivo, sabor excepcionalmente agradable y consistencia firme, suave y homogénea, que se validó realizando un test confirmatorio, para lo cual se elaboró una formulación experimental de paté de trucha arcoiris utilizando los niveles óptimos de trabajo de cada factor de control obteniéndose un valor de 4.6. Con este resultado, la formulación optimizada del paté de trucha se presenta en la Tabla 4.

Análisis proximal

Con relación a las características químicas del producto optimizado y su comparación con productos similares (Tabla 4), el porcentaje de proteínas del paté en estudio (13.8%) es parecido al paté de atún (11%) y anchoveta (10%) según descrito por Aquerreta et al (19) y levemente mayor a los patés de hígado de ganso ahumado (11.4%) según la USDA (7) y ternera (11.6%) datos obtenidos por Echarte et al (20), excepto el paté de salmón (29%) encontrados por Villarroel et al (18). De los cuatro tipos de paté comparados es el que aporta menos contenido de grasa (10g/100g) seguido del paté de salmón. Tendencia que se repiten al usar otros productos marinos y/o acuícolas según Aquerreta et al (19). La situación es totalmente opuesta con patés elaborados con aves, porcinos, ternera los cuales son altamente energéticos por el contenido de grasa alrededor de 40% según Echarte et al (20). Es importante destacar que en el caso particular de las formulaciones de paté de trucha arcoiris y salmón éstas se caracterizan por ser fuentes ricas en ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados omega 3 EPA y DHA de buena calidad nutricional y funcional de acuerdo a Aquerreta et al (19). La humedad del paté de trucha arcoiris fue de 66.7%, valor semejante al obtenido por los análisis en trucha arcoiris ahumada efectuados por Gaibor y Santos (21) y superando a las otras muestras que varían entre 37 y 52%. Finalmente es digno de destacar que el paté de trucha es el producto con menor densidad calórica (175 Kcal/100g), por lo tanto es considerado como liviano, según el artículo 120 del Reglamento Sanitario de los Alimentos. (22). Estos resultados difieren con los obtenidos por patés elaborados con hígado de porcino y ganso considerados como productos altamente energéticos (300-400 Kcal/100 g) según Aquerreta et al (19).

El paté es una de las variedades de las cecinas más apreciadas con una importante tradición gastronómica y muy buenas características sensoriales según Unlusayn et al (23) de gran demanda en nuestro país de acuerdo a información proporcionada por Manzini (4) La mayoría de estos productos tan apetecidos poseen un alto contenido de colesterol, debido a que gran parte de los ingredientes que se utilizan son de origen animal, como por ejemplo el paté de ternera. Por el contrario, el paté de trucha arcoiris posee un bajo contenido de colesterol (45.6 mg/100g) comparado con 150 mg/100 g para el paté de hígado de ganso ahumado y paté de ternera (102 mg/100g). Esta tendencia fue confirmada por Echarte et al. (20), resultado coincidente con paté de anchoveta (31.4 mg/100g encontrado por Aquerreta et al (19) y paté de salmón (36.9 mg/100 g) obtenido por Villarroel et al (18).

Determinación de actividad de agua

La actividad de agua (a_w) de la muestra optimizada de paté de trucha arcoiris fue 0.91. Este valor se obtuvo en primer lugar debido a la naturaleza de la pulpa de trucha, materia prima que se caracteriza por su elevado contenido de agua cercano al 67% (7,24), y segundo a la cantidad utilizada en la formulación optimizada que llegó a un 75%, así como la presencia de hidrocoloides y otros aditivos (Tabla 4), lo cual concuerda con estudios de Ramos (25).

Ensayos de vida útil

En el caso del producto optimizado, se determinó el comportamiento de la formulación de paté bajo condiciones de almacenamiento a una temperatura controlada de 5°C y por un lapso de tiempo de seis semanas midiendo la variación del crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos. Se pudo observar que a medida que transcurría el tiempo el crecimiento de microorganismos aumentaba hasta alcanzar un valor de RAM de 1.6×10^4 ufc/g al cabo de 6 semanas resultado inferior al límite máximo permitido para embutidos cocidos de 3×10^5 ufc/g según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (22). Este dato concuerda con el obtenido por Gaibor y Saltos (21). Respecto al fenómeno de oxidación lipídica es costumbre si el producto es rico en materias grasa incorporar a la formulación antioxidantes como una medida de protección y alargamiento de la vida útil según recomendaciones de Halliday (26). En este estudio, el proceso de formación de peróxidos se incrementó conforme pasaban las semanas de almacenamiento hasta alcanzar un valor final de 8.2 meqO₂/kg. grasa, valor inferior al límite de rancidez organoléptica detectable en lípidos. Según Schmidt Hebbel, un I.P. menor o igual a 5 indica una grasa o aceite fresco, mientras que un I.P. entre 10 y 20 indica el comienzo de la oxidación lipídica (27).

Test de aceptabilidad

Se realizó un test de aceptabilidad como una forma de

averiguar si el producto satisfacía las expectativas del consumidor. El test se aplicó a un universo de 80 personas de ambos sexos obteniéndose un 91% de aceptabilidad en el universo encuestado sin mostrar señales de rechazo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Aquerreta et al (19) en patés de atún y caballa. Con el fin de conocer la posibilidad de comercializar la formulación del paté también se les consultó si estarían dispuestos a comprar el producto si estuviera en el mercado resultando que el 87% contestó afirmativamente.

CONCLUSIONES

Fue factible desarrollar una formulación de paté de trucha arcoiris utilizando descartes de pulpa de esta especie con muy buena calidad sensorial utilizando la metodología Taguchi. Los factores que tuvieron una mayor influencia significativa en la C.S. fueron cloruro de sodio, merkén y margarina, contribuyendo en total con un 91% de la respuesta. Por su composición química se trata de un producto con muchas ventajas tanto nutricionales como funcionales destacando su aporte en proteínas, bajo contenido en grasa de buena calidad por su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, bajo aporte calórico y bajo contenido de colesterol. Se demostró que el producto optimizado puede mantenerse almacenado bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo mostrando valores microbiológicos e índice de peróxidos bajo los límites máximos permitido por la normativa chilena. Se comprobó además que el paté de trucha arcoiris es un producto con una buena aceptabilidad. En lo que respecta a consideraciones de tipo ecológico, el uso de desechos de la actividad industrial tiene entre sus ventajas reducir la descarga de residuos al medio ambiente contribuyendo a la protección del medio ambiente.

REFERENCIAS

- Sernapesca Regional: VIII Región. Actividad pesquera de la VIII Región. 2007. http://www2.sernapesca.cl/paginas/sitios_regionales/index.php?c=001003008. Visitada Agosto de 2007.
- TechnoPress S.A. Cosechas acuicolas crecen un 30% en el primer semestre. <http://www.aqua.cl/noticias/index.php?doc=19449>. Noticia publicada el 28/08/2008.
- TechnoPress S.A. Exportaciones de salmónidos se mantienen respecto al 2007. 2008. Disponible en <http://www.aqua.cl/noticias/index.php?doc=26364>.
- Manzini A. Suplemento Mercado Mayorista. Artículo Nuevos sabores son el aroma de seducción de paté. 2007. Disponible en <http://www.lun.com/Modulos/Catalogo/indextm?diaEA=20&mesA=8&anioEA=2007&loadEA=1>.
- Macias A. Industria Cecinera, Ingredientes no Cárnicos. Industria de Alimentos. 2001;17:57-59
- Lesur L. Manual de Salchichonería: una guía paso a paso. Editorial Trillas. México, 1999.
- USDA. Nutrient data laboratory. Agricultural Research Service. Disponible en <http://www.usda.nal.gov>
- Araya H, Lutz M. Alimentos funcionales y saludables. Rev. Chil. Nutr. 2003; 30 (1): 8-14
- Macias A. Embutidos, una larga y deliciosa existencia. Industria de Alimentos. 1998; 1(5):8-
- Roy R. Design of experiments using the Taguchi Approach. Edit. John Wiley&Sons, INC. New York. 2001.
- Wittig de Penna E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para la Tecnología de Alimentos. Edit. Talleres Gráficos USACH. Santiago. Chile. 1981.
- Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th Edition Washington D.C. The Association, 1990.
- Kovacs M, Alderson W. A simple method for determination of cholesterol and some plant sterols in fishery based food product. J. of Food Science. 1979; 44: 1301-05
- Instituto de Salud Pública. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Edit. Andros. Santiago, Chile. 1998.
- Norma Chilena Oficial. Cuerpos grasos de origen animal y vegetal – determinación del índice de peróxido. NCh105. Of.80. Primera edición. Chile, 1980
- Gardiman G y Wittig de Penna E. Fideos enriquecidos con harina de lupino dulce desgrasada: Aspectos de calidad, aceptabilidad y vida útil. Rev. Chilena de nutrición. 1984, 12(13): 198.
- Casp Ana y Abril José. Procesos de conservación de alimentos. Colección Tecnología de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. España, 1998.
- Villarroel M, Uquiche E, Francois JP. Caracterización sensorial de paté a base de descartes de pulpa de salmón utilizando la metodología superficie de respuesta. Arch. Latinoamer Nutr. 1999; 49(3):265-270.
- Aquerreta Y, Astiasaran I, Mohino A, Bello J. Composition of patés elaborated with mackerel flesh and tuna liver: comparison with commercial fish patés. Food Chemistry.2002; 77:147-153.
- Echarte M, Conchillo A, Ansorena D and Astiasarán I. Evaluation of the nutritional aspects and cholesterol oxidation products of pork liver and fish patés. Food Chem. 2004; 86(1): 47-53.
- Gaibor M, Santos H. Desarrollo tecnológico para procesar trucha arcoiris de humedad intermedia. Alimentos Ciencia e Ingeniería. 1995; 4(1): 34-46.
- Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Dto. N° 977/96 (D.OF. 13.05.97). Chile. 2008.
- Unlusaym M, Bilgin S, Izci L. Chemical and sensory assessment of hot smoked fish paté. Journal of Fisheries Science. 2007; 1(1): 20-25.
- Alvarado J, Aguilera JM. Métodos para medir propiedades físicas en la industria de alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 2001.
- Ramos N, Fariás M. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. Inf. Technology. 2004; 15 (4):91-94.
- Halliday J. Disponible en http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/Vitviva_extend_paté_shelf_life_with_SyneRox_formulation. 2009.
- Schmidt Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Ed. Alfa Beta. Santiago, Chile. 1981.

Recibido: 30-09-2009

Aceptado: 29-04-2010

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de revisión, editoriales, conferencias y simposia y trabajos científicos originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición y microbiología de alimentos.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados para ser publicados y se reserva el derecho de no publicar los originales que no se ajusten a los lineamientos de la revista. No se devolverán originales ni se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados. ALAN se reserva los derechos de reproducción de los artículos seleccionados.

ALAN se acoge a las normas de los requisitos uniformes del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM), también conocido como el Grupo de Vancouver. A continuación se entrega un resumen de los aspectos más relevantes para la preparación de manuscritos que se presentan a las revistas biomédicas y se añaden algunas recomendaciones específicas para ALAN.

Requisitos para la presentación de manuscritos

Resumen de los requisitos técnicos

- Todas las partes del manuscrito estarán a doble espacio.
- Revise la secuencia: página del título, resumen y palabras clave, texto agradecimientos, referencias, cuadros (cada uno en página aparte), pies e epígrafes de las ilustraciones.
- Las ilustraciones se presentarán en forma de impresiones fotográficas sin tomar, y no deberán exceder de 203 x 254 mm.
- Incluya la autorización para reproducir material publicado con anterioridad o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a los sujetos humanos.
- Adjunte la transferencia de los derechos de autor y otros formularios.
- Presente el número exigido de copias impresas del artículo (ALAN exige original, 3 copias y el diskete correspondiente, en el caso de envío por correo postal).
- Para el envío por correo electrónico consulte las direcciones que aparecen en la primera contraportada de la revista.
- Guarde copias de todo lo que envíe.

Principios generales

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos

encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas secciones, sobre todo en las de resultados y discusión, a fin de hacer más claro el contenido. Es probable que otro tipo de artículos -como los informes de casos, las revisiones y los editoriales- exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Mecanografíese el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 280 mm. Usar doble espacio en todas las palabras del manuscrito -es decir, la portada, el resumen, el texto, los agradecimientos, las referencias, cada cuadro y los pies o epígrafes de las figuras-, así como márgenes amplios, permite que los editores, revisores y correctores corrijan el texto línea por línea y anoten observaciones y preguntas directamente en el original impreso. Si los manuscritos se presentan en formato electrónico, los archivos deben venir a doble espacio. Siempre numere las páginas.

Portada

La portada debe llevar la siguiente información:

- 1) El título del artículo. Los títulos concisos son más fáciles de leer que los largos y enrevesados. Sin embargo, los títulos demasiado cortos pueden omitir información importante, como el diseño del estudio (que es particularmente importante para identificar los ensayos controlados aleatorizados). Los autores deben incluir en el título toda la información que permita que la recuperación electrónica del artículo sea al mismo tiempo sensible y específica; 2) Los nombres y la afiliación institucional de los autores. Algunas revistas publican el grado académico más alto de cada autor, mientras que otras no lo hacen; 3) El nombre de los departamentos e instituciones a los que debe atribuirse el trabajo; 4) Las cláusulas de descargo de responsabilidad, si las hubiera; 5) Los autores corresponsales. Hay que anotar el nombre, dirección postal, número de teléfono y de fax y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia acerca del manuscrito (el "autor corresponsal"); 6) Nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; 7) Procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo, medicamentos o todos ellos.

Autoría

Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) la concepción y el diseño o bien el análisis y la interpretación de los datos; 2) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y 3) la aprobación final de la versión que será publicada. Las tres condiciones tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica

el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores. Los directores de revistas podrán solicitar a los autores que describan la contribución de cada uno; esa información puede ser publicada.

Resumen y palabras clave

La segunda página incluirá un resumen que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él indicaran los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (selección de los sujetos o los animales de laboratorio incluidos en el estudio; métodos de observación y análisis); los hallazgos más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posibles, su significación estadística), y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto con el resumen. ALAN exige que todo trabajo deberá acompañarse de un Resumen en inglés con sus palabras clave, "key words", si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. Si el trabajo original es en inglés, el Resumen debe presentarse en español, con el título también en español e igualmente con sus palabras clave. Deberá leerse corrido no en secciones.

Introducción

Proporcione el contexto o los antecedentes del estudio, es decir, la naturaleza del problema y su importancia. Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba; el objetivo de investigación suele expresarse con más nitidez si se formula como una pregunta. Hay que expresar con claridad los objetivos principales y secundarios y describir todo análisis de subgrupos que haya sido especificado con anterioridad. Mencione las referencias estrictamente pertinentes y no incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Materiales y Métodos

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique la edad, el sexo y otras características importantes de los sujetos. La definición y la pertinencia de la raza o el grupo étnico son ambiguos. Los autores deberán ser particularmente cuidadosos con respecto a usar estas categorías.

Identifique los métodos, los aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y los procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véase más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o que han sido sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos

los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Los informes de ensayos clínicos aleatorizados deberán presentar información sobre todos los elementos importantes del estudio. Para mayor información sobre estos aspectos, consulte la Sección J del Título III del documento que se indica al final.

Estadística. Describa los métodos estadísticos con detalles suficientes para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos originales pueda verificar los resultados presentados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición (por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas estadísticas de comprobación de hipótesis, tales como el uso de los valores P, que no transmiten información sobre la magnitud del efecto. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos utilizados serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), y no de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado.

Resultados

Presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de las Tablas ni de las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

Cualquier material adicional o complementario y los detalles técnicos pueden reunirse en un apéndice, de manera que estén accesibles pero sin interrumpir el flujo del texto; otra posibilidad es que dicho apéndice solo se publique en la versión electrónica de la revista.

Al resumir los datos en la sección de resultados, facilite los resultados numéricos no solo como derivados (por ej., porcentajes), sino también como los números absolutos a partir de los cuales se calcularon los derivados, y especifique los métodos estadísticos mediante los cuales se analizaron. Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento del artículo y evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las Gráficas y las Tablas. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como «al azar» (que entraña el empleo de un método de aleatorización), «normal», «significativo», «correlaciones» y «muestra».

Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y de resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

En el caso de estudios experimentales, es útil empezar la discusión resumiendo brevemente los resultados principales; luego, analizar los posibles mecanismos o explicaciones de estos resultados; comparar y contrastar los resultados con otros estudios pertinentes; señalar las limitaciones del estudio; y, por último, explorar las implicaciones de los resultados para la investigación futura y para la práctica clínica.

Establezca el nexo entre las conclusiones y los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. En particular, los autores evitarán hacer afirmaciones sobre los beneficios y los costos económicos, a menos que su manuscrito incluya datos y análisis económicos adecuados. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

Agradecimientos

Todos los colaboradores que no satisfagan los criterios de la autoría deben mencionarse en la sección de agradecimientos. Por ejemplo, se puede agradecer la ayuda de una persona que prestó ayuda estrictamente técnica, de alguien que ayudó con la redacción o del director de departamento que solo brindó apoyo general. También debe reconocerse el apoyo económico y material.

Tablas

Mecanografía o imprima cada tabla a doble espacio y en hoja aparte. No presente las tablas en forma de impresiones fotográficas. Numérelas consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada una. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: *, †, ‡, ††, †‡, †‡‡.

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como la desviación estándar y el error estándar de la media. No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros. Cerciórese de que cada cuadro aparezca citado en el texto.

Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que las tablas suplementarias que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensas para publicarlas, queden depositadas en un servicio de archivo, como el Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares en los Estados Unidos, o que sean proporcionadas por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Dichos tablas se presentarán junto con el artículo para su consideración por parte de los árbitros.

Ilustraciones (figuras)

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blan-

co y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlos. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones. Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

Unidades de medida

Las medidas de longitud, talla, peso y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro, etc.) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

Abreviaturas y símbolos

Utilice únicamente abreviaturas corrientes. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura en el texto, irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

Referencias

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en los pies o epígrafes de las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Consulte el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en *Index Medicus*], que se publica anualmente. La lista se puede obtener asimismo en el sitio que la biblioteca mantiene en la World Wide Web <http://www.nlm.nih.gov/>

Las referencias a artículos que han sido aceptados pero que todavía no se publican se designarán como «en prensa» o «de próxima aparición»; los autores obtendrán por escrito el permiso para citar dichos artículos y también la verificación de que han sido aceptados para publicación.

No cite una «comunicación personal» a menos que aporte información esencial que no pueda obtenerse de una fuente pública; en ese caso, el nombre de la persona y la fecha de la comunicación aparecerán entre paréntesis en el texto.

Todas las referencias deberán presentarse de modo correcto y completo. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

EJEMPLOS

Artículos de revistas

1. Artículo estándar

Hasta seis autores:

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002;347:284-7.

Más de seis autores:

Rose ME, Huerbin MB, Melick J, Marion DW, Palmer AM, Schiding JK, et al. Regulation of interstitial excitatory amino acid concentrations after cortical contusion injury. *Brain Res.* 2002;935(1-2):40-6.

2. Institución como autor

Diabetes Prevention Program Research Group. Hypertension, insulin, and proinsulin in participants with impaired glucose tolerance. *Hypertension.* 2002;40(5):679-86.

3. No se indica el nombre del autor

21st century heart solution may have a sting in the tail. *BMJ.* 2002;325(7357):184.

4. Suplemento de un volumen

Geraud G, Spierings EL, Keywood C. Tolerability and safety of frovatriptan with short- and long-term use for treatment of migraine and in comparison with sumatriptan. *Headache.* 2002;42 Suppl 2:S93-9.

5. Suplemento de un número

Glauser TA. Integrating clinical trial data into clinical practice. *Neurology.* 2002;58(12 Suppl 7):S6-12.

6. Parte de un volumen

Abend SM, Kulish N. The psychoanalytic method from an epistemological viewpoint. *Int J Psychoanal.* 2002;83(Pt 2):491-5.

7. Parte de un número

Ahrar K, Madoff DC, Gupta S, Wallace MJ, Price RE, Wright KC. Development of a large animal model for lung tumors. *J Vasc Interv Radiol.* 2002;13(9 Pt 1):923-8.

8. Artículo publicado en formato electrónico antes que en versión impresa

Yu WM, Hawley TS, Hawley RG, Qu CK. Immortalization of yolk sac-derived precursor cells. *Blood.* 2002 Nov 15;100(10):3828-31. Epub 2002 Jul 5.

Libros y otras monografías

9. Autores individuales

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaffler MA. *Medical microbiology.* 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

10. Directores (“editores”), compiladores como autores

Gilstrap LC 3rd, Cunningham FG, VanDorsten JP, editors. *Operative obstetrics.* 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2002..

11. Autor (es) y editor (es)

Breedlove GK, Schorfheide AM. Adolescent pregnancy. 2nd ed. Wiczorek RR, editor. White Plains (NY): March of Dimes Education Services; 2001.

12. Institución (es) como autor

Royal Adelaide Hospital; University of Adelaide, Department of Clinical Nursing. *Compendium of nursing research and practice development, 1999-2000.* Adelaide (Australia): Adelaide University; 2001.

13. Capítulo de libro

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. *The genetic basis of human cancer.* New York: McGraw-Hill; 2002. p. 93-113.

14. Tesis

Borkowski MM. Infant sleep and feeding: a telephone survey of Hispanic Americans [dissertation]. Mount Pleasant (MI): Central Michigan University; 2002.

15. Patente

Pagedas AC, inventor; Ance Surgical R&D Inc., assignee. Flexible endoscopic grasping and cutting device and positioning tool assembly. United States patent US 20020103498. 2002 Aug 1.

Otros tipos de publicaciones

16. Artículo de periódico

Tynan T. Medical improvements lower homicide rate: study sees drop in assault rate. *The Washington Post.* 2002 Aug 12;Sect. A:2 (col. 4).

17. Documentos legales

Ley pública:
Veterans Hearing Loss Compensation Act of 2002, Pub. L. No. 107-9, 115 Stat. 11 (May 24, 2001).

Material en soporte electrónico*18. CD-ROM*

Anderson SC, Poulsen KB. Anderson's electronic atlas of hematology [CD-ROM]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

19. Artículo de revista en Internet

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. Am J Nurs [serial on the Internet]. 2002 Jun [cited 2002 Aug 12];102(6):[about 3 p.]. Available from: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

Costo por página

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial, el cobro de U.S. \$ 15 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Por motivo de no existir al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, sólo los títulos que comprenden la versión actualizada a Octubre de 2008, del documento que sigue. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio <http://www.icmje.org>

UNIFORM REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS SUBMITTED TO BIOMEDICAL JOURNALS: WRITING AND EDITING FOR BIOMEDICAL PUBLICATION. Updated October 2008.

- I. Statement of Purpose
 - A. About the Uniform Requirements
 - B. Potential Users of the Uniform Requirements
 - C. How to Use the Uniform Requirements
- II. Ethical Considerations in the Conduct and Reporting of Research
 - A. Authorship and Contributorship
 1. Byline Author
 2. Contributors Listed in Acknowledgements
 - B. Editorship
 1. The Role of the Editor
 2. Editorial Freedom
 - C. Peer Review
 - D. Conflict of Interest
 1. Potential Conflicts of Interest Related to Individual Author's Commitments
 2. Potential Conflicts of Interest Related to Project Support
 3. Potential Conflicts of Interest Related to Commitments of Editors, Journal Staff, or Reviewers
 - E. Privacy and Confidentiality
 1. Patients and Study Participants
 2. Authors and Reviewers
 - F. Protection of Human Subjects and Animals in Research

III. Publishing and Editorial Issues Related to Publication in Biomedical Journals

- A. Obligation to Publish Negative Studies
- B. Corrections, Retractions and "Expressions of Concern".
- C. Copyright
- D. Overlapping Publications
 1. Duplicate Submission
 2. Redundant Publication
 3. Acceptable Secondary Publication
 4. Competing Manuscripts based on the Same Study
 - a. Differences in Analysis or Interpretation
 - b. Differences in Reported Methods or Results
 5. Competing Manuscripts Based on the Same Database
- E. Correspondence
- F. Supplements, Theme Issues and Special Series
- G. Electronic Publishing
- H. Advertising
- I. Medical Journals and the General Media
- J. Obligation to Register Clinical Trials

IV. Manuscript Preparation and Submission

- A. Preparing a Manuscript for Submission to Biomedical Journals
 1. a. General Principles
 - b. Reporting Guidelines for Specific Study Designs
 2. Title Page
 3. Conflict of Interest Notification Page
 4. Abstract and Key Words
 5. Introduction
 6. Methods: a) Selection and Description of Participants.
 - b) Technical Information.
 - c) Statistics
 7. Results
 8. Discussion
 9. References.
 - a) General Considerations Related to References.
 - b) Reference Style and Format
 10. Tables
 11. Illustration (Figures)
 12. Legends for Illustrations (Figures)
 13. Units of Measurements
 14. Abbreviations and Symbols
- B. Sending the Manuscript to the Journal

V. References

- A. Print References Cited in this Document
- B. Other Sources of Information Related to Biomedical Journals

VI. About the International Committee of Medical Journal Editors

VII. Authors of the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biochemical Journals

VIII. Use, Distribution and Translation of the Uniform Requirements

IX. Inquires

LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2010-2012) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Manuel Hernández Triana
Vicepresidente (Presidente Electo)	María Nieves García Casal
Secretaria	Carmen Porrata Maury
Tesorera	Santas Jiménez Acosta
Presidente Saliente	Eduardo Atalah Samur

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado	Maritza L. de Jiménez
Editor Asistente	Nilda Negretti Sánchez

COMITE EDITORIAL. PERIODO 2010-2012

Ingrid Rached Paoli	Fanny Carrillo de Padilla
Betty Méndez Pérez	Elba Sangronis
Cristina Palacios A.	Juscelino Tovar
Patricio Hevia Opazo	Pilar Hernández Serrano
Liseti Solano R.	Alexia Torres

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL. PERIODO 2010-2012

Juan de Dios Alvarado - Ecuador	Laura B. López de Ventades - Argentina
Jaime Amaya Farfan - Brasil	Luis López Valladares - Chile
Hugo Amigo A. - Chile	Mariane Lutz Riquelme - Chile
Marian Araujo Yaselli - Venezuela	Marbella Marcano Martell - Venezuela
Héctor Araya - Chile	Julio Sergio Marchini - Brasil
María Laura Arias E. - Costa Rica	Mariana Mariño Elizondo - Venezuela
Eduardo Atalah Samur - Chile	Iva Marques López - España
Adriana Blanco M. - Costa Rica	María L.P. Martín de Portela - Argentina
Odilia Bermudez - E.E.U.U.	Lilia Masson Salaué - Chile
Héctor Bourges R. - México	Josefina Morales de León - México
Erick Boy - E.E.U.U.	María del Carmen Morasso - Argentina
Josefina Bressan R. - Brasil	Rosa María Ortega A. - España
Ricardo Bressani - Guatemala	Saturnino de Pablo - Chile
Jesús Bulux - Guatemala	Elena Pachón - Colombia
Ana M. Calderón de la Barca - México	Nelly Pak - Chile
Germán Camejo - Venezuela	María Dolores Parra - España
Fernando Carrasco Naranjo - Chile	Emma W. de Penna - Chile
Eduardo S. Castro Montero - Chile	Juan P. Peña Rosas - E.E.U.U.
Louella Cunningham - Costa Rica	Luz María Regil Vélez - México
María Teresa Destro - Brasil	María Ester Río - Argentina
Elizabeth Dini Golding - Venezuela	Delia Rodríguez-Amaya - Brasil
Juan Ignacio Egaña - Chile	Manuel Ruz Ortiz - Chile
Patricia R. de Ferrer - Argentina	Teresa Shamah Levi - México
Pedro Reynaldo García - Venezuela	Nilson E. de Sousa - Brasil
Isabel Goñi C. - España	Nora Slobodianik - Argentina
Marisa Guerra M. - Venezuela	Noel W. Solomons- E.E.U.U.
Eva Hertrampf - Chile	Coromoto M. Tomei - Venezuela
Héctor A. Herrera - Venezuela	Macarena Urestarazu Devincenzi - Brasil
Ileana Holst Schumacher - Costa Rica	Mirtha E. Valencia - Argentina
Marta Kaufer-Horwitz - México	Mauro Valencia J. - México
Franco M. Lajolo - Brasil	Helio Vannucchi - Brasil
Aaron Lechtig - Perú	Mario Villarroel T. - Chile
Laura B. López de Bellesi - Argentina	Liliana Zago - Argentina

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 60. N° 2, Junio 2010

Contenido

ARTICULOS GENERALES

- Efectividad del uso de suplementos de proteína en entrenamientos de fuerza: Revisión sistemática**
Armendariz-Anguiano AL, Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M, Pérez-Morales ME 113
- Use of a predictive model for food insecurity estimates in Brazil**
Muriel Bauermann Gubert, Maria Helena D'Aquino Benício, Joseane Padilha da Silva, Tereza Etsuko da Costa Rosa, Soane Mota dos Santos, Leonor Maria Pacheco dos Santos 119

PERSPECTIVA

- Prevalence and magnitude of body weight and image dissatisfaction among women in dietetics majors**
Marta Arroyo, Nekane Basabe, Serrano L, Sánchez C, Ansotegui L, Ana M^o Rocandio 126

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

- Folatos y hierro en mujeres en edad fértil de una comunidad en Venezuela afectada por la incidencia de defectos del tubo neural**
Montilva Mariela, Papale Jham, García-Casal María Nieves, Berné Yelitza, Ontiveros Judith, Durán Lourdes 133
- Efectividad del índice de masa corporal en el diagnóstico nutricional de las gestantes adolescentes**
Ingrid Rached-Paoli, Gladys Henriquez-Pérez 141
- Association of dyslipidemia with intakes of fruit and vegetables and the body fat content of adults clinically selected for a lifestyle modification program**
Mauro Massao Takahashi, Erick Prado de Oliveira, Fernando Moreto, Kátia Cristina Portero-McLellan, Roberto Carlos Burini 148

Nutrición Infantil

- Evolución del estado nutricional de niños chilenos desde la etapa preescolar a la escolar: resultados antropométricos según procedencia de las mediciones**
Juliana Kain, Marcos Galván, Marcela Taibo, Camila Corvalán, Lydia Lera, Ricardo Uauy 155

Nutrición y Obesidad

- Medición ultrasonográfica de grasa visceral intraabdominal en hombres obesos. Asociación con alteración de lípidos séricos e insulinemia**
Edgar Navarro, Volga Mijac, Hermes Flórez y Elena Ryder 160

Consumo de Alimentos

- Avaliação do consumo alimentar de pré-escolares do Distrito Federal, Brasil**
Renata Couto Falcão Gomes, Teresa Helena Macedo da Costa, Bethsáida de Abreu Soares Schmitz 168

Microbiología de Alimentos

- Capacidad de formación de biopelículas de cepas de *Listeria monocytogenes* aisladas a partir de queso tierno de origen costarricense**
Gabriela Carrillo Zeledón, Mauricio Redondo Solano, María Laura Arias Ehandi 175
- Evaluación microbiológica de alimentos listos para consumo procesados por pequeñas industrias costarricenses**
Evelyn Rodríguez-Cavallini, César Rodríguez, María del Mar Gamboa, María Laura Arias 179

Ciencia de Alimentos

- Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto**
Elizabeth Contreras López, Judith Jaimez Ordaz, Griselda Porras Martínez, Luis Felipe Juárez Santillán, Javier Añorve Morga y Socorro Villanueva Rodríguez 184
- Stability of carotenoids, phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant capacity of tomatoes during thermal processing**
K. Jacob, F.J. García-Alonso, G. Ros and M.J. Periago 192

Tecnología de Alimentos

- Desarrollo de una formulación de paté a base de descartes de pulpa de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)**
Mario Villarroel, Julia Hazbun, Pamela Morales 199

- INFORMACION PARA LOS AUTORES** 205