

Archivos Latinamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 61

JUNIO 2011

Nº2

Contenido

ARTICULOS GENERALES

Páginas

Estrategias globales para reducir el consumo de sal.

Karen Valenzuela Landaeta, Eduardo Atalah Samur 111

Nueva clasificación de las causas de mortalidad de origen nutricional por el método Delphi

Isabel Castello Botia, Carmina Wanden-Berghe 120

PERSPECTIVA

Relación del colesterol total con la concentración sérica de tocoferoles, un estudio probabilístico en preescolares mexicanos.

Guadalupe López, Marcos Galván. 127

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Nutrición Experimental

Heat-treated hull flour does not affect iron bioavailability in rats.

Hércia Stampini Duarte Martino, Ariela Werneck de Carvalho, Cassiano Oliveira da Silva,
María Inês de Souza Dantas, Dorina Isabel Gomes Natal, Sônia Machado Rocha Ribeiro,
Neuza Maria Brunoro Costa 135

Bioquímica Nutricional

Estudio comparativo del consumo de aceite de oliva virgen o seje sobre el perfil lipídico y la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) del plasma de rata.

María Isabel Giacopini, Omaira Guerrero, Manuel Moya, Virgilio Bosch..... 143

Increase of plasma fatty acids without changes in n-6/n-3-PUFA ratio in asymptomatic obese subjects.

Jerusa Brignardello, Pamela Morales, Erik Diaz, Oscar Brunser, Martin Gotteland. 149

Consumo de Alimentos

Obstaculizadores y facilitadores para aumentar el consumo de frutas y verduras en seis países de Latinoamérica.

Susana Olavarría, Isabel Zacarías 154

Promoción de alimentos y preferencias alimentarias en escolares chilenos de diferente nivel socioeconómico

Sonia Olivares C., Lydia Lera M., María Angélica Mardones H., Jacqueline Araneda F., Nelly Bustos Z., María Antonieta Olivares C., María Ester Colque M. 163

Satisfacción con la alimentación en personas Mapuche en la Región Metropolitana de Santiago, Chile.

Berta Schnettler, Horacio Miranda, José Sepúlveda, Marianela Denegri, Marcos Mora y Germán Lobos. 172

Microbiología de Alimentos

Estudio de la estabilidad microbiológica de la barracuda a través del tiempo de almacenaje en Costa Rica.

Dayana Álvarez, Manuel Jiménez-Díaz, María Laura Arias-Echandi 183

Ciencia de Alimentos

Evaluación de la calidad de productos lácteos por medio de la nariz electrónica.

Luis-Felipe Gutiérrez 189

Tecnología de Alimentos

Caracterización bioquímica, fisicoquímica y funcional de turbot (*Scophthalmus maximus*) y estudio de sus modificaciones durante el almacenamiento a 4°C

Lilian Abugoch, Cristian Tapia, María Elena Aravena, Luis López, Alberto Ramírez y Manuel Oyarzo 200

Desarrollo de bebidas mistas à base de cajá (*Spondias mombin* L.) E caju (*Anacardium occidentale*) enriquecidas con Frutooligosacarídeos e Inulina.

Larissa Morais Ribeiro da Silva, Andréa da Silva Lima, Geraldo Arraes Maia, Maria do Carmo Passos Rodrigues, Raimundo Wilane de Figueiredo, Paulo Henrique Machado de Sousa 209

Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi.

Renata Siqueira Fonseca, Victor Rogério Del Santo, Gilberto Batista de Souza, Cíntia Alessandra Matiucci Pereira 216

INFORMACION PARA LOS AUTORES 224

Archivos Latinamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 61

JUNE 2011

Nº2

Contents

| | Pages |
|---|-------|
| GENERAL ARTICLES | |
| Global strategies to reduce salt intake. Karen Valenzuela Landaeta, Eduardo Atalah Samur | 111 |
| New classification of causes of mortality of nutritional origin by means of the Delphi method. Isabel Castello Botia, Carmina Wanden-Berghe | 120 |
| PERSPECTIVE | |
| Relation of total cholesterol in serum tocopherols, probabilistic study in Mexican children. Guadalupe López, Marcos Galván. | 127 |
| RESEARCH PAPERS | |
| Experimental nutrition | |
| Heat-treated hull flour does not affect iron bioavailability in rats. Hércia Stampini Duarte Martino, Ariela Werneck de Carvalho, Cassiano Oliveira da Silva, Maria Inês de Souza Dantas, Dorina Isabel Gomes Natal, Sônia Machado Rocha Ribeiro, Neuza Maria Brunoro Costa | 135 |
| Nutritional Biochemistry | |
| Comparative study of the consumption of virgin olive oil or seje on lipid profile and oxidation resistance of high density lipoprotein (HDL) of rat plasma. María Isabel Giacopini, Omaira Guerrero, Manuel Moya, Virgilio Bosch..... | 143 |
| Increase of plasma fatty acids without changes in n-6/n-3-PUFA ratio in asymptomatic obese subjects. Jerusa Brignardello, Pamela Morales, Erik Diaz, Oscar Brunser, Martin Gotteland. | 149 |

Food Consumption**Barriers and facilitators to increase consumption of fruits and vegetables in six countries in Latin America.**

Susana Olavarría, Isabel Zacarías 154

Food promotion and food preferences in Chilean school age children. from different socioeconomic levels.

Sonia Olivares C., Lydia Lera M., María Angélica Mardones H., Jacqueline Araneda F., Nelly Bustos Z., María Antonieta Olivares C., María Ester Colque M. 163

Food satisfaction in Mapuche persons in the Metropolitan Region of Santiago, Chile.

Berta Schnettler, Horacio Miranda, José Sepúlveda, Marianela Denegri, Marcos Mora y Germán Lobos. 172

Food Microbiology**Microbiological stability through storage period of *Sphaeraena ensis* in Costa Rica.**

Dayana Álvarez, Manuel Jiménez-Díaz, María Laura Arias-Echandi 183

Food Science**Assessment of dairy products quality by means of electronic nose.**

Luis-Felipe Gutiérrez 189

Food Technology**Biochemical, physicochemical and functional characterization of turbot (*Scophthalmus maximus*). Study of the changes occurring during the 4°C storage.**

Lilian Abugoch, Cristian Tapia, María Elena Aravena, Luis López, Alberto Ramírez y Manuel Oyarzo 200

Development of mixed beverages made of caja (*Spondias mombin l.*) and cashew apple (*Anacardium occidentale*) added of fructooligosaccharides and inulin.

Larissa Morais Ribeiro da Silva, Andréa da Silva Lima, Geraldo Arraes Maia, Maria do Carmo Passos Rodrigues, Raimundo Wilane de Figueiredo, Paulo Henrique Machado de Sousa 209

Development of cereal bar with pineapple skin.

Renata Siqueira Fonseca, Victor Rogério Del Santo, Gilberto Batista de Souza, Cíntia Alessandra Maticucci Pereira 216

INFORMATION FOR AUTHORS 224

Estrategias globales para reducir el consumo de sal

Karen Valenzuela Landaeta y Eduardo Atalah Samur

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

RESUMEN. En la actualidad, las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en el mundo. La presión arterial elevada es uno de los factores más importantes para su desarrollo, la cual está fuertemente relacionada con el consumo de sal. A nivel mundial el consumo de sal actual sobrepasa en más del doble la ingesta recomendada, lo que se ha asociado con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y de algunos cánceres. Los efectos beneficiosos demostrados al reducir su consumo (menor morbi-mortalidad y menores gastos en salud) han servido de aliciente para desarrollar diversas estrategias nacionales para lograr este efecto. Dentro de las estrategias más utilizadas se encuentran campañas educativas y la disminución paulatina de la sal agregada en los alimentos industrializados. Chile, se ha sumado a estas iniciativas con un acuerdo entre los productores de pan y el Ministerio de Salud con el fin de disminuir progresivamente la concentración de sal en el pan a nivel nacional. El objetivo de esta revisión es aportar información actualizada sobre las recomendaciones de ingesta de sal, ingesta real, efectos nocivos del exceso de consumo, beneficios atribuidos a su disminución y analizar las estrategias globales para reducir el consumo de sal en la población.

Palabras clave: Consumo de sal, enfermedades cardiovasculares, intervención, reducción, Chile

SUMMARY. Global strategies to reduce salt intake. Currently, cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death worldwide. High blood pressure is one of the main risk factors for the development of CVD and blood pressure levels are strongly associated with salt intake. Worldwide, salt consumptions accounts more than two fold the recommended daily intake, which has been described to be associated with CVD and some cancers. Benefits of decrease salt intake (reduction of morbidity, mortality and health related costs) have promoted several public health strategies to reduce salt consumption globally. Among the most commonly used strategies include educational campaigns and the gradual decrease of added salt in processed foods. Chile has joined these initiatives with an agreement between the producers of bread and the Ministry of Health to gradually decrease the concentration of salt in bread nationwide. The purpose of this review is to provide updated information regarding recommended intakes of salt, real intake, adverse effects of excess consumption, profits attributable to a decline and analyze the global strategies to reduce salt intake in the population.

Key words: Salt consumption, cardiovascular diseases, intervention, reduction, Chile.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la primera causa de muerte y discapacidad, calculándose que representan un 30% de todas las muertes registradas en el mundo (1). En Chile, según un estudio de carga de enfermedad, las ECV fueron la primera causa de muerte en ambos sexos y la primera y segunda causa de años de esperanza de vida perdidos respectivamente (2). La hipertensión arterial (HTA) aumenta la probabilidad de presentar accidente vascular encefálico (AVE), cardiopatía coronaria (CC) insuficiencia cardiaca congestiva e insuficiencia renal

crónica (IRC) (3, 4).

Está ampliamente demostrado, que el consumo de sal está fuertemente asociado con los niveles de presión arterial (PA) y que un exceso determina un mayor riesgo de mortalidad por AVE y ECV (5,6). Por otra parte, al reducir su consumo se ha observado una disminución en los valores de PA sistólica tanto en pacientes hipertensos como normotensos (7) y disminución del riesgo de ECV y la morbimortalidad causada por ellas. Desde hace varias décadas distintos países están implementado programas para disminuir el consumo de sal a nivel poblacional (8,9), así como también se han propuesto aunar fuerzas y desarrollar

estrategias globales para este fin (10-13).

En Chile, en Septiembre del 2010 el Ministerio de Salud acordó con la Federación Chilena de Industriales Panaderos (FECHIPAN) y la Asociación Chilena de Supermercados (ASACH) disminuir en forma gradual la sal usada en la elaboración del pan, poniendo en marcha un programa piloto en alrededor de 100 panaderías de Santiago y Regiones que pretende disminuir al 2014, en un 50% la sal agregada al pan (14)

El propósito de esta revisión es dar a conocer estrategias globales y regionales para reducir el consumo de sal en la población, así como también aportar información actualizada con respecto a recomendaciones de ingesta, ingesta real, efectos nocivos del exceso de consumo y los beneficios atribuidos a la disminución de éste.

¿Cuánta sal se debe consumir?

Para cuantificar la cantidad de sal o sodio presente en los alimentos y la consumida por la población, se emplean diferentes medidas cuantitativas que expresan estas cantidades ya sea en gramos de sal (cloruro de sodio), gramos de sodio y/o en milimoles de sodio. Para interpretar las diferentes medidas se debe considerar que la sal común contiene un 40% de sodio. Así, 6 gramos de sal equivalen a aprox. 2400 mg sodio y 100 mmoles de sodio. A modo de lograr un criterio de uniformidad, en el presente documento tanto el cloruro de sodio, como el sodio será expresados en gramos de sal.

De acuerdo a información entregada por la Food and Agriculture Organization (FAO) en base a toda la evidencia internacional recopilada, el consumo de sal no debe sobrepasar los 5 g al día (15). La American Heart Association (AHA) por su parte recomienda un consumo máximo de 3,8 g de sal diarios (16), cantidad que según el Center for Disease and Control Prevention (CDC) debe ser recomendado para grupos de riesgos: personas hipertensas, adultos de edad media y mayores y personas de raza negra. Para el resto de la población el límite recomendado es de 5,8 g de sal al día (17).

Según información publicada por The National Institutes of Health en USA no se puede establecer el requerimiento promedio estimado y por ende tampoco obtener su RDA (Recommended Dietary Allowance), debido a la falta de estudios rigurosos (18). Ellos proponen una ingesta diaria recomendada (IDR) de sal, de 3 g para niños, 3,8 g para adultos menores de 50 años

y entre 3,0 y 3,3 g para mayores de esa edad. Por su parte la ingesta máxima recomendada para los niños es de 3,8 a 4,8 g y 5,8 g para el resto de las edades (19), cifra que concuerda con lo indicado por el CDC.

¿Cuánta sal se consume realmente?

A pesar de las recomendaciones anteriores, investigaciones realizadas a nivel poblacional distan bastante de las cifras mencionadas. En el estudio INTERSALT, la ingesta de sal arrojó resultados que llegan hasta los 14 g/día (20). En el estudio INTERMAP, realizado entre los años 1996 y 1999 y que involucró a 4.680 personas y 17 muestras poblacionales en China, Japón, Reino Unido (R.U) y Estados Unidos se observó que el consumo promedio fluctuó entre 9,3 g/día en el R.U y 14,2 g/día en China (21). Entre los años 2005 y 2006 se estimó que en USA el consumo diario de sal en personas mayores de 2 años fue de 8,6 g diarios (22) y en España la cifra es aun superior, alcanzando un promedio de 9,7 g de sal al día (23).

En nuestro continente la tendencia del sobreconsumo de sal se repite con una ingesta estimada de 11,5 g/persona/día (24), siendo en Chile cerca de 12 g/día (14). En promedio, el consumo de sal a nivel mundial bordea el doble de lo recomendado, con valores que fluctúan entre los 9 y 12 g diarios (10).

Consecuencias del consumo excesivo de sal/sodio

La sal se ha identificado como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de las ECV (25), causante de daño a distintos tipo de órganos y aumento de las causas de muerte, independientemente de los valores de PA y de la presencia de otros factores de riesgo cardiovascular (26).

Un elevado consumo de sal no está solo relacionado con un aumento de los valores de PA (27), si no que también interfiere con el manejo de la HTA, siendo una de las causas de resistencia al tratamiento (28), que determina una menor sobrevivencia respecto a personas normotensas (29). Para las ECV, un meta análisis reciente con 177.025 participantes, mostró que un elevado consumo de sal está asociado con un incremento del riesgo de AVE, así como de todas las ECV (30). En hombres japoneses el sobreconsumo se ha relacionado con un aumento del riesgo de 2,4 veces de muerte por AVE (31).

La sal también se ha vinculado con otro tipo de pa-

tologías como el cáncer. Un estudio reciente mostró que el consumo de alimentos salados está significativamente asociado a un aumento del cáncer de esófago, colon y recto, pulmón, cérvico uterino, próstata, vejiga, riñón y linfoma no Hodgkin (32). La sobre ingesta de sal también se ha visto asociada al aumento del riesgo de desarrollar cáncer gástrico y de la mortalidad por esta misma causa (33). Strumylaite y cols. observaron, luego de ajustar por factores de confusión, que las personas que agregan sal adicional a sus comidas o gustan de la comida más salada tienen 1,85 veces mayor riesgo de cáncer gástrico en comparación con quienes no ingieren cantidades elevadas de sal (34). En un estudio de cohorte en población japonesa que involucró a 54.498 personas de mediana edad se observó un incremento del riesgo de cáncer gástrico dosis dependiente con el consumo de alimentos salados (35).

Beneficios atribuidos a la disminución de la ingesta de sal/sodio

Restringir la ingesta de sal es una buena estrategia para reducir morbimortalidad y los costos atribuidos a las ECV. En una revisión que incluyó 68 estudios transversales y 10 estudios randomizados controlados, se estimó que el consumo aproximado de 3 g de sal al día en la población occidental tendría el efecto de prevenir en un 22% las muertes por AVE y un 15% por cardiopatía isquémica (36).

Otra revisión sistemática de 31 estudios, concluyó que el consumo de sal restringido por un mínimo de 4 semanas, a 4,4 g/día en personas con PA elevada y a 4,6 g en las personas normotensas, determinó una disminución significativa de la PA en ambos grupos en relación a la ingesta habitual (37). Sacks y cols. demostraron que bajando la ingesta de sal desde rangos altos ($\pm 8,2$ g/día) a rangos intermedios ($\pm 5,8$ g/día) y bajos ($\pm 3,8$ g/día) se obtiene una disminución significativa de la presión arterial sistólica (PAS) en personas con o sin HTA (38). En población normotensa, sin embargo, esta disminución parece ser menor. Una revisión sistemática realizada entre los años 1966 y 2001, que incluyó 137 estudios randomizados controlados en relación al consumo de sodio alto o bajo, demostró un bajo pero significativo descenso en la PA en la población normotensa (39). Por otra parte, en HTA resistente a tratamiento se observó que los pacientes con bajo consumo de sal, presentaron una significativa reducción de la PA, tanto sistólica como

diastólica (40).

Se ha estimado que en Estados Unidos una restricción de la ingesta de sal a 3 g día podría reducir 60.000 nuevos casos de ECV, 34.000 de AVE y 45.000 de infarto agudo al miocardio (IAM) anualmente. Esta misma reducción en la cantidad de sal produciría una ganancia de 194 a 392 mil años de vida ajustado por calidad (AVAC), con una disminución de 14 billones de dólares en cuidados de salud (41). En Canadá Joffres y cols. en el año 2007 estimaron que una ingesta de sal de 4,8 g sal producirían una disminución de la prevalencia de HTA en un 30,3% lo cual equivaldría a una reducción de US\$ 430 millones en costos de salud (42).

Un estudio de simulación para estimar las consecuencias económicas y de salud a 25 años plazo de la campaña para reducir el consumo de sal en Noruega (National Council on Nutrition and Physical: Norway), estimó que una ingesta de 6 g de sal/día produciría un ahorro de US\$286 millones por menor gasto en el tratamiento de IAM y del AVE (43). En contraste, el costo global del tratamiento de una hipertensión elevada y sus consecuencias el IAM y el AVE, sería de US\$370.000 millones en el 2001 (44), lo que demuestra que son estrategias altamente costo-efectivas.

Estrategias mundiales para reducir el consumo de sal/sodio

Teniendo en cuenta la buena relación costo-efectividad de la reducción de consumo de sal, varios países han implementado medidas nacionales para disminuir la ingesta en la población o bien se han unido a un programa más global. El grupo World Action on Salt and Health (WASH) es un ejemplo de aquello. Fue creado en el año 2005, cuenta con 406 miembros en 81 países (11,12) y su objetivo es disminuir el consumo de sal a nivel mundial a 5 gr/día. Tiene como misión interactuar con la industria alimentaria con el fin de reducir el uso de sal en la elaboración de los productos, con los gobiernos para compartir estrategias de reducción de sal para ser traducidas en políticas públicas y con los hogares para disminuir el uso adicional de sal durante la preparación de alimentos (12). Este grupo desarrolla también una labor educativa en relación a la sal. Desde el año 2008 a nivel mundial se desarrolla "World Salt Awareness Week", con un objetivo distinto, siendo el tema principal el 2010 fue dar a conocer los efectos nocivos de la sal en el organismo (13).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la

Organización Panamericana de la Salud OPS también han convocado a grupos de expertos para generar recomendaciones que permitan cumplir la meta de una reducción del consumo de sal a 5g/día (45). El 2006 ambas entidades realizaron el “Foro de la OMS sobre la Reducción del Consumo de Sal en la Población” con expertos de varios países (24). En dicho foro las recomendaciones para las naciones se plantearon en torno a tres pilares fundamentales: a) reformulación de los productos alimenticios con participación de la industria del rubro; b) concientización y educación en el consumidor sobre etiquetado nutricional y c) efectos nocivos del sodio y cambios ambientales para hacer mas accesible hábitos saludables (46) En año 2009 una nueva consulta técnica sobre “Movilización para la reducción de la sal alimentaria en las Américas” propuso establecer grupos regionales, para definir un mapa integrado de acción de parte de la industria, los gobiernos y organizaciones no gubernamentales. También se encuentra apoyando proyectos para medir la excreción de sodio en orina de 24 hrs. y para la detección de sal en los alimentos en estudios multicéntricos en algunos países de América Latina (47). La Unión Europea, en tanto, se ha comprometido por medio del Grupo de alto nivel en nutrición y actividad física de la Comisión Europea a reducir durante los años 2009-2013 en un 16% la cantidad de sal en todas las categorías de alimentos (48).

Estrategias por países

Australia. The Australian Division of World Action on Salt and Health, (AWASH) creada en el año 2005 es la encargada de desarrollar las estrategias poblacionales para limitar la ingesta de sal en acuerdo con la OMS y otras naciones involucradas en el tema (49). La campaña Drop the Salt! iniciada el 2007 tiene como fin reducir el consumo de sal para el año 2012 a 6 g/día. Sus objetivos para lograrlo son disminuir el contenido de sal de los alimentos en un 25%, dar a conocer a los consumidores los beneficios de una dieta baja en sal y clarificar en los etiquetados de los alimentos el contenido de sal (50). Por medio de una interacción con la industria alimentaria Kellogg durante 13 años se logró la remoción de 250 TM de sal del suministro de sus alimentos y se pretende reducir otras 102 TM entre el año 2010 y 2012 (51). La empresa de comida rápida Mc Donalds por su parte ha conseguido una reducción promedio de sal de 32%,

modificando sus recetas (51).

Reino Unido. Desde hace casi 50 años se están realizando acciones con el fin de reducir el consumo de sal. En el año 1966 se creó el Consensus Action on Salt and Health (CASH) como una respuesta a la negativa del Director Nacional de Salud de la época de apoyar las recomendaciones para la reducción del consumo de sal (52). CASH tiene como fin interactuar con la industria alimentaria para reducir el contenido de sal de los alimentos procesados, educar a la población, informar al gobierno sobre evidencia disponible de los riesgos de la sal, preocuparse de los grupos de riesgo, asegurar un etiquetado nutricional correcto con respecto a los gramos de sal en los alimentos y trabajar junto a organizaciones para promover un consumo no mayor a 6 g/día (53).

La Food Standards Agency (FSA), ha identificado 80 categorías de alimentos como blanco para la reducción de sal. Dentro de ellos destaca la disminución de un tercio de la sal agregada al pan de molde envasado, 40% en los cereales para el desayuno, 50% en algunos tipos de queso y hasta un 32% en algunos tipos de snacks (54). La FSA realiza además acciones para informar (55) y para crear conciencia en la población (56). Asociaciones con el comercio han permitido también disminuir en un 30% la sal en sopas y salsas para preparar y en productos procesados de la carne (57).

España. En España el año 2004 el Ministerio de Sanidad y Consumo acordó con la Confederación Española de Organizaciones de Panaderías (CEOPAN) y la Asociación Española de Fabricantes de Masas Congeladas (ASEMAC) reducir 1 g por año la cantidad del sal por kilo de harina, desde 22 g/kg. a un máximo de 18 g/kg. Según evaluaciones posteriores dicho acuerdo se ha cumplido, llegando incluso en el año 2008 a una cifra menor a la meta propuesta (48).

La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, en acuerdo con la industria alimentaria, pretende reducir en un 5% anual la cantidad de sal de los productos elaborados entre el 2010 y 2014, así como también realizar campañas informativas en la población (48). Se planea, en total, disminuir el consumo de sal promedio que bordea los 9,7 g/día, a un promedio de 8,5 g/día al año 2014 (23).

Finlandia. Finlandia desde hace mas de 3 décadas

que cuenta con un programa para restringir la ingesta de sal (9). Desde los años 80, muchas compañías han reducido la sal en sus productos reemplazándola por un compuesto comercial denominado Pansalt, una forma de sal enriquecida con potasio y magnesio (10). Una de sus estrategias implementadas ha sido el etiquetado de sus productos preenvasados según salinidad, lo que ha hecho conciente a los consumidores de la sal que contienen los productos a ingerir y ha alentado a los fabricantes para que sus productos no sobrepasen una cantidad saludable de sal (58). En total, desde el año 1975, se ha logrado disminuir la cantidad de sal consumida por la población desde un promedio de 12 g/día a 9,3 g en hombres y 6,8 g en mujeres (9).

Canadá. En Canadá, se creó el año 2007 el grupo multisectorial Group on Dietary Sodium Reduction, integrado por la industria alimentaria, comunidad científica, organizaciones no gubernamentales, grupos de defensa del consumidor, organizaciones de profesionales sanitarios y por el gobierno (59). Se ha encargado de desarrollar e implementar estrategias para lograr la meta de una reducción del consumo diario de sal a 5,8 g día para el año 2016 (60), entre las que destacan el etiquetado obligatorio del contenido de sal en alimentos, reducción voluntaria de sal, educación, concientización, investigación y vigilancia (61-62). Se busca además una reducción voluntaria del contenido de sal en diferentes categorías de alimento, a nivel industrial, de venta al público, en restaurantes y por empresas alimenticias. Se recomienda la mayor reducción posible, teniendo en consideración la seguridad, calidad y aceptación por parte del consumidor. Se sugiere además bajar la recomendación de ingesta de sodio de 2.300 a 1.500 mg/día, equivalente reducir aproximadamente de 6 a 4 g/día (63).

Las medidas de educación y concientización se recomienda que se lleven a cabo en distintos actores de la industria alimentaria, en intermediarios clave en el sector salud, medios de comunicación y a nivel gubernamental. Se propone además el desarrollo de marketing social, fortalecer acciones en la comunidad y reducir la exposición en los niños a la publicidad de alimentos altos en sal. También se ha propuesto aumentar los recursos en investigación, como por ejemplo para establecer el nivel mínimo que se puede incorporar a los alimentos, sin afectar las funciones específicas de la sal en el organismo. Se recomienda fi-

nalmente, monitorear el consumo de sal de los canadienses por medio de encuestas alimentarias y excreción urinaria de sodio en 24 hrs., el grado de avance de las distintas estrategias y los cambios a largo plazo en los objetivos de salud propuestos (63)

Estados Unidos. Dentro de las estrategias propuestas se encuentra el etiquetado obligatorio del sodio contenido en los alimentos, la reducción voluntaria de la sal, planteándose también la posibilidad de regular la cantidad de sal que los fabricantes pueden agregar a algunos alimentos (61). La AHA por su parte colabora informando a la población sobre las fuentes de sodio en los alimentos, cómo interpretar el etiquetado, equivalencias de gramos de sodio en sal, contenido de sodio en fármacos y recomendaciones para reducir el sodio en la dieta, entre otros temas (16).

El 2010 el Instituto de Medicina publicó un reporte sobre las estrategias recomendadas para disminuir el consumo de sal en el país. Como estrategia primaria está modificar el nivel de sal considerado como seguro en los alimentos procesados, en los alimentos preparados en restaurantes y revisar el nivel de sal de otros compuestos que contienen sodio. También recomienda a la industria alimenticia reducir en forma voluntaria la sal en sus preparaciones, el apoyo de organismos públicos a las acciones tendientes a limitar el nivel de sal en los alimentos y actividades para apoyar a los consumidores a reducir su ingesta. Garantiza por parte de las agencias federales la supervisión y vigilancia del consumo de sal, el contenido de sodio en los alimentos y pone a disposición de la población la información en forma oportuna (64).

Argentina. En este país, se está enfocando la reducción de consumo de sal poblacional usando como blanco la sal agregada al pan. En el año 2009 el Ministerio de Salud con el auspicio de la OPS y en conjunto con la Federación Argentina de la Industria del Pan y Afines (FAIPA) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) inició la campaña "Menos Sal, mas vida", que busca que las panaderías disminuyan el uso de la sal en la elaboración del pan, al cual los establecimientos interesados se pueden unir en forma voluntaria. Las panaderías participantes a su vez, cuentan con un afiche distintivo para dar a conocer a los consumidores que en dicho lugar se prepara pan más saludable (65).

Chile. No existen estudios poblacionales directos y representativos del consumo de sal en Chile. Por medio de mediciones indirectas de la empresa privada se ha estimado que el consumo de sal per cápita correspondería a un promedio de 12 g/día, lo que concuerda con estimaciones del Ministerio de Salud (14).

En nuestro país la HTA y el consumo de sal son las primeras causas de mortalidad por factores de riesgo (66). Según la Encuesta de Nacional de Salud del año 2003 la prevalencia de HTA fue de 33,7%, siendo el género masculino el más afectado (36,7%). A su vez, más de la mitad de la población tiene un riesgo cardiovascular global alto y muy alto (67). La encuesta del Salud del 2010 demostró una disminución a 26,9% de la prevalencia promedio de hipertensión arterial, aunque importantes diferencias en función de la edad (44% de 45 a 64 años y 75% en los > de 65 años) y de variables socioeconómicas o educacionales (51,1% en el grupo de nivel educacional bajo) (68)

Con el fin de disminuir el riesgo de ECV y adherir al compromiso de la OMS/OPS el Ministerio de Salud (MINSAL) puso en implementación el “Plan de Acción Chile 2010-2014” el que tiene como objetivo general reducir el consumo de sal/sodio en la población chilena hasta alcanzar la meta de llegar a < 5 g/ persona/día para el año 2020. La “Estrategia para la Reducción del Consumo de SAL/SODIO en Chile”, que es parte de este plan de acción, busca que la población chilena reduzca su consumo de sal tanto en la preparación de los alimentos como al condimentarlos en la mesa (14).

Dado el importante consumo de pan en Chile y considerando que éste por sí solo aporta cerca de un 75% de consumo de sodio máximo recomendado por día, parte de esta estrategia consiste en reducir el sodio agregado en la preparación del pan. El MINSAL junto con la Federación Gremial Chilena de Industriales Panaderos (FECHIPAN) y la Asociación Chilena de Supermercados (ASACH) llegaron a un acuerdo para reducir la sal en la fabricación de este alimento en los próximos 4 años. Dentro de este acuerdo se ha establecido como meta para los tipos de pan de consumo más común (hallulla y marraqueta) disminuir de aproximadamente 800 mg a \leq 500 mg de sodio por 100 g de pan para diciembre del 2011 y \leq 400 mg de sodio para diciembre del 2014 (69).

Esta iniciativa comenzó con un programa piloto

que incluye 100 panaderías a lo largo del país, con el compromiso de incorporar al menos 500 panaderías para fines del 2011 y al 100% de las empresas asociadas para el 2014. También estas entidades se han comprometido a desarrollar programas de capacitación, materiales educativos y cartillas de difusión de la estrategia, además de interactuar con otros sectores del comercio e industria y actividades educativas para los consumidores (69).

Opositores a la reducción del consumo de sal.

A pesar de los beneficios asociados a un menor consumo de sal y de las múltiples estrategias que se están desarrollando a nivel mundial para lograrlo, existen argumentos para oponerse a este cometido.

Según lo expresado por Satin en un artículo reciente, el beneficio de la restricción del consumo de sal sobre la presión arterial es más bien bajo y con una respuesta heterogénea entre los individuos, lo que en parte depende de la producción de aldosterona. Quienes presentan una producción anormalmente baja de aldosterona podrían incluso ver aumentados sus niveles de PA con el menor consumo de sal (70). El mismo autor plantea que a pesar de que en Estados Unidos el consumo de sal no ha variado en los últimos años si ha aumentado la HTA, lo que indicaría una desconexión entre ambas variables, siendo precisamente esta relación lo que llevó a generar las recomendaciones de ingesta que se usan hoy en día (70).

También se ha planteado que parte de la reducción de la PA asociada a dietas bajas en sal se podría explicar en un cambio de los hábitos alimenticios, que determinan un mayor consumo de potasio a través frutas, verduras, sustitutos de sal y un aumento del consumo de fibra, lo cual mejoraría la sensibilidad a la insulina y con ello los valores de PA (71)

Por otra parte, se señala que si bien minimizar el consumo de sal en los grupos de riesgo puede ser beneficioso, hacerlos en forma global puede tener consecuencias como la influencia negativa en el aporte de yodo que recibe la población por medio de la fortificación de la sal con este mineral sobre todo en mujeres (72). Dietas bajas en sal además, podrían disminuir la sensibilidad a la insulina e incluso aumentar el riesgo de mortalidad al consumir dietas hiposódicas (72). Se ha visto que en éstas hay una elevación del colesterol total, colesterol LDL, triglicéridos, renina y aldosterona en comparación con dietas altas en sal (39) lo que

paradójicamente produciría un aumento de conocidos factores de riesgo cardiovascular.

COMENTARIO

El cúmulo de evidencias relacionadas con el consumo excesivo de sal y el riesgo de distintas patologías y los beneficios al reducirla en forma permanente de la dieta, ha permitido que muchos países tomen conciencia de este hecho. Ello ha generado diversas estrategias de intervención a nivel regional y de países específicos, para reducir el consumo de sal a modo de lograr una mejor condición de salud a para sus habitantes. Los países más desarrollados han iniciado hace décadas campañas y estrategias dignas de imitar, mientras que otros países se han unido a este objetivo global sólo en los últimos años. Es de esperar que a mediano y a largo plazo las estrategias propuestas se transformen en metas cumplidas y con ello exhibir con éxito resultados positivos en el nivel de salud de la población. Es fundamental por lo tanto realizar la abogacía necesaria para definir e implementar estas políticas en cada uno de los países de la región y establecer sistemas de monitoreo y evaluación que permitan medir el impacto y el costo-efectividad de las intervenciones realizadas.

REFERENCIAS

1. Enfermedades Cardiovasculares. Datos principales. OMS. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/index.html>
2. Estadísticas Vitales INE 2007. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/demografia_y_vitales/estadisticas_vitales/2010/04_01_10/vitales2007.pdf
3. Lombera F, Barros V, Soria F, Placer L, et al. Guías de practica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en Hipertensión arterial. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 66-90.
4. Hipertensión arterial o esencial en mayores de 15 años 2006. Guía GES. Ministerio de Salud de Chile. Disponible en http://www.redsalud.gov.cl/archivos/guias-ges/hipertension_arterial_primaria.pdf
5. Umesawa M, Iso H, Date C, Yamamoto A, Toyoshima H, et al. Relations between dietary sodium and potassium intakes and mortality from cardiovascular disease: the Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risks. *Am J Clin Nutr.* 2008 Jul;88(1):195-202.
6. Meneton P, Jeunemaitre X, de Wardener HE, MacGregor GA. Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. *Physiol Rev.* 2005; 85: 679-715.
7. Midgley JP, Matthew AG, Greenwood CM, Logan AG. Effect of reduced dietary sodium on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 1996; 275(20): 1590-7.
8. Consensus Action on Salt and Health. Disponible en: <http://www.actiononsalt.org.uk/about/index.html>
9. El consumo de sal en Europa. Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (EUFIC). Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/artid/El-consumo-de-sal-en-Europa/>
10. He FJ, Jenner KH, Macgregor GA. WASH-world action on salt and health. *Kidney Int.* 2010; 78: 745-53
11. World Action on Salt and Health. Disponible en: <http://www.worldactiononsalt.com/>
12. World Action on Salt and Health. Aims. Disponible en: <http://www.worldactiononsalt.com/home/aims.htm>
13. World Action on Salt and Health World Salt Awareness Week (February 1st - 7th2010). Disponible en: http://www.worldactiononsalt.com/awareness/world_salt_awareness_week_2010.htm
14. Protección de Salud. Estrategia de Reducción Sal/Sodio en los Alimentos. Ministerio de Salud de Chile. Disponible en: http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reduccion_sodio.html
15. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO / FAO Expert. Report n° 916 Disponible en: <http://www.fao.org/WAIRDOCS/WHO/AC911S/AC911S00.HTM>
16. Sodium. American Heart Association. Disponible en: <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=4708>
17. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). Sodium Intake Among Adults United States, 2005–2006. Disponible en: http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5924a4.htm?s_cid=mm5924a4_e%0d%0a.Nxabxa
18. Dietary referente intakes of water, potassium, sodium, chloride and sulfate. 2005. Disponible en: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=10925&page=270
19. Dietary Reference Intakes : Electrolytes and Water. Disponible en: <http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/~media/442A08B899F44DF9AAD083D86164C75B.ashx>

20. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *BMJ*.1988; 297: 319-28.
21. Zhou BF, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okuda N, et al. Nutrient intakes of middle-aged men and women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the late 1990s: the INTERMAP study. *J Hum Hypertens*. 2003; 17: 623-30
22. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). Application of Lower Sodium Intake Recommendations to Adults --- United States, 1999—2006. Disponible en: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5811a2.htm>
23. Plan para reducir el consumo de sal en España. Agencia Española de Seguridad y Nutrición. Disponible en: http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/destacados/reduccion_sal.shtml
24. Policy Statement: Preventing cardiovascular disease in the Americas by reducing dietary salt intake population-wide. Disponible en http://www.worldactiononsalt.com/media/docs/PAHO/policy_statement_paho.pdf
25. Klaus D, Hoyer J, Middeke M. Salt restriction for the prevention of cardiovascular disease. *Dtsch Arztebl Int*. 2010; 107: 457-62
26. Titze J, Ritz E. Salt and its effect on blood pressure and target organ damage: new pieces in an old puzzle. *J Nephrol*. 2009; 22:177-89.
27. He FJ, MacGregor GA. Salt intake and cardiovascular disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2008; 23: 3382-4
28. Feldstein CA. Resistante hipertensión. *Rev Med Chil*. 2008; 136: 528-38.
29. Franco V, Oparil S. Salt sensitivity, a determinant of blood pressure, cardiovascular disease and survival. *J Am Coll Nutr*. 2006; 25 (3 Suppl):247S-255S.
30. Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio FP Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *BMJ*. 2009; 24; 339: b4567.
31. Nagata C, Takatsuka N, Shimizu N, Shimizu H. Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women. *Stroke*. 2004; 35:1543-7.
32. De Stefani E, Aune D, Boffetta P, Deneo-Pellegrini H, Ronco AL. et al. Salted meat consumption and the risk of cancer: a multisite case-control study in Uruguay. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2009;10: 853-7.
33. Wang XQ, Terry PD, Yan H. Review of salt consumption and stomach cancer risk: epidemiological and biological evidence. *World J Gastroenterol*. 2009; 15: 2204-13
34. Strumylaitė L, Zickute J, Dudzevičius J, Dregval L. Salt-preserved foods and risk of gastric cancer. *Medicina (Kaunas)*. 2006; 42: 164-70.
35. Tsugane S, Sasazuki S, Kobayashi M, Sasaki S. Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. *Br J Cancer*. 2004; 90: 128-34.
36. Law MR, Frost CD, Wald NJ. By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? III--Analysis of data from trials of salt reduction. *BMJ*. 1991; 302 (6780):819-24.
37. He FJ, MacGregor GA. Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2004, Issue 3
38. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N Engl J Med*. 2001; 344: 3-10.
39. Jürgens G, Graudal NA. Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterols, and triglyceride. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;(1):CD004022.
40. Pimenta E, Gaddam KK, Oparil S, Aban I, et al. Effects of Dietary Sodium Reduction on Blood Pressure in Subjects With Resistant Hypertension: Results From a Randomized Trial. *Hypertension*. 2009; 54 :475-81
41. Bibbins-Domingo K, Chertow GM, Coxson PG, Moran A, Lightwood JM, et al. Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. *N Engl J Med*. 2010, 362(7): 590–599.
42. Joffres MR, Campbell NR, Manns B, Tu K. Estimate of the benefits of a population-based reduction in dietary sodium additives on hypertension and its related health care costs in Canada. *Can J Cardiol*. 2007, 23: 437-43
43. Selmer RM, Kristiansen IS, Haglerod A, Graff-Iversen S, Larsen HK, Meyer HE, Bonna KH, Thelle DS. Cost and health consequences of reducing the population intake of salt. *J Epidemiol Community Health*. 2000; 54 : 697-702
44. Gaziano TA, Bitton A, Anand S, Weinstein MC. The global cost of nonoptimal blood pressure. *J Hypertens*. 2009; 27: 1472-7.
45. Blanco-Metzler A, Legetic B, Campbell N. The countries in the Americas are mobilizing to lessen hypertension and cardiovascular diseases thru the reduction of salt intake in the community. *Arch Latinoam Nutr* 2010; 5-6
46. Iniciativa sobre la reducción de la sal en las Américas: Hoja informativa. Disponible en: http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/sal_ini_hoja_inf.pdf
47. Cardiovascular disease prevention through dietary salt reduction. Disponible en: http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_content&task=view&id=2015&Itemid=1757

48. Plan de reducción del consumo de sal. Jornadas de debate Noviembre 2009. Disponible en: <http://www.eurocarne.com/informes/pdf/aesan-reduccion-sal.pdf>
49. Webster J, Dunford E, Huxley R, Li N, Nowson CA, Neal B. The development of a national salt reduction strategy for Australia. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2009; 18:303-9
50. Australian Division of World Action on Salt and Health. Drop de salt! Campaign. Disponible en: <http://www.awash.org.au/dropthesaltcampaign.html>
51. Australian Division of World Action on Salt and Health. The Food Industry. Disponible en: http://www.awash.org.au/drop_thefoodindustry.html
52. Consensus Action on Salt and Health. Disponible en: <http://www.actiononsalt.org.uk/about/index.html>
53. Consensus Action on Salt and Health. Aims and Achievements. Disponible en: <http://www.actiononsalt.org.uk/about/aims/index.html>
54. Food Standards Agency. Salt reduction targets. Disponible en: <http://www.food.gov.uk/scotland/scotnut/salt/saltreduction>
55. Eat well, be well. Healthy diet. Disponible en: <http://www.eatwell.gov.uk/healthydiet/fss/salt/>
56. Safer food better business. Food Standards Agency health campaign to reduce salt levels and save lives. Disponible en: <http://www.food.gov.uk/news/pressreleases/2004/sep/saltcampaignpress>
57. Food standards agency-UK salt reduction initiatives. Disponible en: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/saltreductioninitiatives.pdf>
58. Närhinen M, Cernerud L. Salt and public health--policies for dietary salt in the Nordic countries. *Scand J Prim Health Care.* 1995; 13: 300-6
59. Multi-Stakeholder Working Group on Sodium Reduction. Health Canada. Disponible en: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/sodium/sodium-working-travail-group-eng.php>
60. Development of Sodium Reduction Targets. Health Canada. Disponible en: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/sodium/sodium-reduction-targets-cibles-eng.php>
61. Vardy LI. Population-Summary Wide Approaches to Dietary Sodium Reduction: Summary of Action in 50 Countries. Disponible en: http://www.paho.org/english/ad/dpc/nc/salt_mtg_can_phac.pdf
62. Barr SI. Reducing dietary sodium intake: the Canadian context. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010; 35:1-8
63. Sodium reduction strategy for Canada. Disponible en: http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/pdf/nutrition/sodium/strateg/index-eng.pdf
64. Report at a Glance. Recommended Strategies. Institute of Medicine. Disponible en: <http://www.iom.edu/Reports/2010/Strategies-to-Reduce-Sodium-Intake-in-the-United-States/Report-Recommendations-Strategies-to-Reduce-Sodium-Intake.aspx>
65. Noticias. Ministerio de Salud de Argentina. Disponible en: http://www.msal.gov.ar/htm/Site/noticias_plantilla.asp?Id=2133
66. Escobar MC. Grupo de trabajo reducción del consumo de sal en la población chilena. Ministerio de Salud de Chile. Disponible en <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/929489c4e93f44ffe04001011e01344b.pdf>
67. Encuesta nacional de salud 2003. Ministerio de Salud de Chile Disponible en: <http://epi.minsal.cl/epi/html/invest/ens/informefinalens.pdf>
68. Encuesta Nacional de Salud 2010. Disponible en: <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/99bbf09a908d3eb8e04001011f014b49.pdf>
69. Carta compromiso para la reducción de sal/sodio en el pan. Minsal, Fechipan, Asach. Disponible en: http://www.asach.com/CARTA%20COMPRO-MISO_sodio.pdf
70. Satin M. Special Article: Too Much Salt?. Mandating regulations in the face of contradictory evidence. *Nutrition* 2011; 27: 388–389.
71. Hite A. H. Special Article: Too Much Salt? Questioning population strategies to reduce sodium intake: What is the goal?. *Nutrition* 2011; 27: 390–391
72. Health Facts for World Salt Awareness Week: How Salt is Good for You?. Disponible en: <http://www.prweb.com/releases/prwebWorld-Salt-Awareness-Week/Salt--Health-Hypertension/prweb8220935.htm>

Recibido: 01-03-2011
 Aceptado: 31-05-2011

Nueva clasificación de las causas de mortalidad de origen nutricional por el método Delphi

Isabel Castello Botia y Carmina Wanden-Berghe

Universidad de Alicante. España
Universidad CEU Cardenal Herrera. Hospital Universitario de Alicante. España

RESUMEN. Las causas de mortalidad de origen nutricional (MON) no aparecen clasificadas en las sucesivas revisiones de la clasificación internacional de enfermedades (CIE) y no existe un acuerdo para la clasificación más adecuada. El objetivo de este estudio es elaborar, a partir de la última CIE, un listado de causas de MON que sirva como referencia para estudios posteriores. Se realizó un proceso de consenso de expertos en nutrición clínica mediante el método Delphi en dos oleadas para clasificar una lista de causas de MON en cuatro grupos; 1) grupo A: errores congénitos relacionados con la nutrición, 2) grupo B: causas asociadas a otras patologías, 3) grupo C: trastornos por exceso y por defecto, y 4) excluidas. Se sometieron al consenso de los expertos 86 causas, de las cuales se consensuaron 79 (91,9%) causas de MON. Se clasificaron 14(17,7%) causas en el grupo A, 5(6,3%) causas en el grupo B, 37(46,8%) causas en el grupo C y se excluyeron 23(29,1%) causas. Se trata de una primera aportación a la clasificación de las causas de mortalidad de origen nutricional, probablemente debido a la ambigüedad y la disparidad de opiniones entre expertos que presentan estas causas. Esta nueva clasificación será muy útil ya que ayudará a homogeneizar los estudios y así se podrán obtener resultados comparables, usándose como complemento clarificador de la CIE del momento.

Palabras clave: Nutrición, mortalidad, Clasificación Internacional de Enfermedades, método Delphi.

SUMMARY. New classification of causes of mortality of nutritional origin by means of the Delphi method. The causes of mortality of nutritional origin (MNO) are not classified in the consecutive reviews of the international disease classification (IDC) and there is no agreement for their most proper classification. The objective of this study is to elaborate, using the last ICD as a guide, a list of causes of mortality of nutritional origin which will be used as a reference in future studies. A two round Delphi method was organized with an expert's consensus in clinical nutrition. The experts were asked to classify a list of causes of MNO in 4 groups; 1) group A: congenital errors related to nutrition, 2) group B: Causes associated with other pathologies, 3) group 3: Excess and defect nutrition disorders, and 4) excluded. In total, 86 causes of MNO were taken under the consensus of experts, and 79 (91,9%) came to an agreement. 14 (17,7%) causes were classified in group A, 5 (6,3%) causes in group B, 37(46,8%) causes in group C and 23 (29,1%) were excluded. This is a first approach to the classification of mortality causes of nutritional origin, probably due to the ambiguity and disparity of opinions between experts with respect to these causes. This new classification will be very useful due to the fact that it will enable homogenization of the studies and that way we will have comparable studies, using it as a clarifier annex for the ICD of the moment.

Key words: Nutrition, mortality, International Disease Classification, Delphi method.

INTRODUCCIÓN

La mortalidad de origen nutricional (MON) refleja, en muchas ocasiones, los hábitos higiénico-alimentarios de la población y da lugar a un gran número de enfermedades que se pueden convertir en causas de muerte evitables. Lamentablemente no hay acuerdo unánime acerca de qué causas de muerte son de origen nutricional, por lo que no se dispone de una clasificación oficial específica en nutrición.

Ha transcurrido mucho tiempo desde la primera clasificación internacional de enfermedades (CIE), en 1891 realizada por Jacques Bertillon (1) para el Instituto Internacional de Estadística. Actualmente la CIE ha llegado a su 10ª revisión, pero no fue hasta la 6ª revisión, en 1948, cuando la OMS se hizo responsable de ella; se trataba de la primera edición que incluía causas de mortalidad (2). A lo largo de esta trayectoria las causas de MON han estado alojadas en distintos epígrafes.

La CIE es la clasificación internacional de diagnósticos estándar para epidemiología, gestión sanitaria y uso clínico. Se utiliza para clasificar enfermedades y otros problemas de salud utilizados en muchos registros sanitarios, incluyendo registros de mortalidad y de salud. Además de permitir el almacenamiento y obtención de diagnósticos de información para clínica, epidemiología y calidad, estos registros también constituyen la base para la realización de las estadísticas de morbilidad y mortalidad por la OMS (3).

A pesar de las múltiples revisiones, la CIE ha dado lugar a muchos desacuerdos entre profesionales con respecto a la propia clasificación (4-6). Debido a esto, actualmente se ha establecido un nuevo método para revisar la próxima clasificación por medio de una plataforma en Internet (7). Así se permitirá contar con un mayor número de contribuciones científicas, será más consensuada, transparente y facilitará el intercambio de opiniones e información entre usuarios.

Entre todas las causas de muerte clasificadas en la CIE, la importancia de la nutrición y la mortalidad de origen nutricional (MON) es evidente. Ser consciente de esto es necesario para conocer la mortalidad y así poder estructurar políticas de salud, ya que probablemente muchas serían evitables con programas de promoción y prevención de Salud Pública focalizados, al igual que los problemas del subregistro de la patología nutricional para realizar estadísticas de mortalidad, especialmente la mortalidad neonatal, perinatal, infantil y materna (8).

Por tanto, es importante disponer de una correcta clasificación actualizada y homogénea de la MON para permitir el estudio de las mismas; esta clasificación implica una estabilidad, indexación apropiada de los epígrafes y una adaptación a las modificaciones que el avance de la ciencia permita. Es muy importante la influencia que esto puede tener sobre las estadísticas de salud y sus distintas implicaciones (1), (9-13).

El objetivo de este estudio fue elaborar un listado de causas de MON a partir de la agrupación de causas contenidas en la última CIE (14, 15) mediante una consulta de expertos aplicando el método Delphi para que sirva como referencia en estudios posteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se buscaron, seleccionaron y revisaron en detalle los epígrafes de la clasificación, atendiendo a la base

fisiopatológica (16, 17) de cada una de ellos. A partir de estos epígrafes se construyó un listado de las enfermedades que pudieran ser en su origen nutricionales y se clasificaron las distintas enfermedades de MON en 4 grupos (Grupo A.- Errores congénitos relacionados con la nutrición / Grupo B.- Causas asociadas a otras patologías / Grupo C.- Trastornos por exceso y por defecto / Grupo D.- Excluidas). Esto se llevó a cabo mediante un método Delphi en dos oleadas. En la primera oleada se envió por correo electrónico el primer listado de causas a los expertos. Éstos clasificaron cada enfermedad en grupo/s y añadieron las causas que consideraron ausentes. En la segunda oleada se recogieron todas las causas añadidas por los expertos y se volvió a pasar el cuestionario. Una vez recibido se procedió a su análisis. El cuestionario se envió por correo electrónico a los expertos en nutrición clínica que cumplían los siguientes criterios para participar en el estudio: facultativos en ejercicio de su profesión con más de 5 años de antigüedad en algún hospital del Sistema Sanitario Nacional y con más del 50% de su tiempo dedicado a la nutrición clínica.

Para el análisis de los datos se utilizó un análisis de concordancia, a través del Epidat 3.1, de dos categorías y más de tres observadores. Las categorías fueron (clasificar en un solo grupo/clasificar en más de un grupo). También se realizó un análisis de la frecuencia de asignación de cada causa a cada grupo. Obtenidos los resultados se estableció la siguiente estrategia de análisis:

Caso 1.- Cada causa se clasificaba en el grupo que mayor porcentaje de respuesta presentaba. Si algún experto no contestaba esa causa en particular, no se le tuvo en cuenta y se analizaba la frecuencia con el número de expertos que contestaron.

Caso 2.- Si los expertos clasificaban en varios grupos (por ejemplo: grupo A y C), se asignaba su respuesta a ambos grupos (A y C) individualmente y se siguieron los criterios del caso 1. En caso de empate no existía consenso para esta causa.

Caso 3.- No existía consenso, por lo tanto esa causa no presentaba acuerdo entre expertos, si se presentaba el mismo porcentaje para distintos grupos y ningún experto había clasificado en varios grupos a la vez.

En función del porcentaje de clasificación de cada causa a un grupo determinado se asignó el grado de acuerdo entre expertos. Se clasificaron en: a)

acuerdo elevado (>85-100%); b) acuerdo medio (\geq 60-85%); y c) acuerdo bajo (<60%).

RESULTADOS

El cuestionario se envió a 20 expertos, que cumplían los criterios de inclusión, obteniendo respuesta de 11 (55,0%) expertos. Los expertos que participaron no muestran un perfil distinto al de aquellos que no lo hicieron, por lo que la razón por la que no contestaron se podría atribuir simplemente a la disponibilidad de tiempo de los profesionales.

El listado enviado en primera oleada a los expertos contenía 86 causas de muerte. De esta lista inicial se consensuaron 79 (91,9%) causas. Al realizar la prueba del coeficiente kappa para averiguar el Índice de Concordancia, se observó un kappa de 0,8 para clasificar en un solo grupo. Las causas de muerte en las que existía consenso dieron como resultado la distribución en grupos que se muestran en las Tablas 1-4, que reflejan también las causas clasificadas en más de un grupo, que presentó una distribución irregular. Las causas de mortalidad en las que los expertos no consiguieron llegar a ningún acuerdo para clasificarlas en uno u otro grupo fueron: síndrome congénito de deficiencia de yodo, intolerancia a la lactosa, depleción de volumen, hepatocarcinoma, hepatitis aguda, neoplasias digestivas y algunas dislipemias.

La valoración de los expertos dio lugar a la exclusión de 23(26,7%); 22 de ellas porque no fueron consideradas causa de origen nutricional y 1 por no considerarse causa de mortalidad (Tabla 5). El porcentaje de acuerdo entre los expertos para la clasificación de las causas de MON se refleja en la tabla 6. Como se puede observar predominan las categorías de acuerdo intermedio y bajo, resultado esperado debido a la dificultad que plantea este tipo de clasificación por la disparidad de opiniones. Por ello, el estudio se centró en médicos expertos en nutrición clínica porque sino el porcentaje de acuerdo habría sido inferior.

TABLA 1
Causas de mortalidad consensuadas por expertos nutricionistas como causas de mortalidad de origen nutricional (n=80) y su frecuencia. GRUPO A (14 causas).

| Causas | Votos | Frec. | >1grupo | Frec. |
|---|--------------|----------------|-----------------|-------------|
| E70 Trastornos del metabolismo de los aminoácidos aromáticos | 6/11 | 54,50% | | |
| E71 Trastornos del metabolismo de los aminoácidos de cadena ramificada y de los ácidos grasos | 7/11 | 63,30% | | |
| E72 Otros trastornos del metabolismo de los aminoácidos | 8/11 | 72,70% | A y B | 9,1 |
| E74 Otros trastornos del metabolismo de los carbohidratos | 6/11 | 54,50% | A y B | 9,1 |
| E75 Trastornos del metabolismo de los esfingolípidos y otros trastornos por almacenamiento de lípidos | 8/11 | 72,70% | | |
| E76 Trastornos del metabolismo de los glucosaminoglicanos | 8/11 | 72,70% | | |
| E77 Trastornos del metabolismo de las glucoproteínas | 8/11 | 72,70% | | |
| E78 Trastornos del metabolismo de las lipoproteínas y otras lipidemias | 7/11 | 63,60% | A y B A,By C | 9,1 27,3 |
| E79 Trastornos del metabolismo de las purinas y de las pirimidinas | 7/11 | 63,6% 72,7% | A,By C A y B | 9,1 9,1 |
| E80 Trastornos del metabolismo de las porfirinas y de la bilirrubina | 8/11 | 63,6% 45,5% | A y B | 9,1 |
| E83 Trastornos del metabolismo de las purinas y de las pirimidina | 7/11 5/11 | 63,6% 40% | B y C | 9,1 |
| E84 Fibrosis quística | 7/11 | | | |
| P70 Trastornos congénitos del hijo de madre diabética | 4/10 | | | |
| P04.3 Trastornos congénitos por consumo de alcohol en la madre | | | | |

TABLA 2
Causas de mortalidad consensuadas por expertos nutricionistas como causas de mortalidad de origen nutricional (n=80) y su frecuencia. GRUPO B (5 causas)

| Causas | Votos | Frec. | >1grupo | Frec. |
|--|-------|--------|---------|-------|
| E89 Trastornos endocrinos y metabólicos consecutivos a procedimientos, no clasificados en otra parte | 5/11 | 45,50% | B y C | 9,1 |
| F50 Trastornos de la ingestión de alimentos | 6/11 | 54,50% | A,By C | 9,1 |
| T78 Alergia Alimentarias | 9/10 | 90,00% | | |
| C00 Neoplasias maxilofaciales | 5/11 | 45,50% | B y C | 9,1 |
| D01 Hipertrigliceridemia Primaria | 7/11 | 63,60% | B y C | 9,1 |

TABLA 3
Causas de mortalidad consensuadas por expertos nutricionistas como causas de mortalidad de origen nutricional (n=80) y su frecuencia.
GRUPO C (37 causas)

| Causas | Votos | Frec. | >1grupo | Frec. |
|--|-------|--------|--|----------------------------------|
| E40 Kwashiorkor E41 Marasmo nutricional E42 Kwashiorkor marasmático E43 Desnutrición proteicocalórica severa no especificada | 11/11 | 100% | E4:AC | 9,1 |
| E46 Desnutrición proteicocalórica, no especificada | 10/11 | 90,90% | | |
| E67 Otros tipos de hiperalimentación | 9/10 | 90,00% | | |
| E44 Desnutrición proteico calórica de grado moderado y leve E51 Deficiencia de tiamina E52 Deficiencia de niacina [pelagra] E53 Deficiencias de otras vitaminas del grupo B E54 Deficiencia de ácido ascórbico E55 Deficiencia de vitamina D E58 Deficiencia dietética de calcio E59 Deficiencia dietética de selenio E66 Obesidad | 9/11 | 81,80% | E44:BC E53:AC | 9,1 9,1 |
| E68 Secuelas de hiperalimentación | 8/10 | 80,00% | | |
| E15 Coma hipoglicémico no diabético E45 Retardo del desarrollo debido a la desnutrición proteicocalórica E50 Deficiencia de vitamina A E56 Otras deficiencias de vitaminas E60 Deficiencia dietética de Zinc E61 Deficiencia de otros elementos nutricionales E63 Otras deficiencias nutricionales E64 Secuelas de la desnutrición y de otras deficiencias nutricionales E67 Otros tipos de hiperalimentación E87 Otros trastornos de los líquidos, de los electrolitos y del equilibrio ácido-base. | 8/11 | 72,70% | E15:AC/ BC. E45:BC E64:AC E87:AB BC | 9,1 9,1 9,1 9,1 45,0 |
| D50 Anemia Ferropénica D53 Déficit de Fe | 7/10 | 70% | D53:AB/ BC ABC | 9,1 18,3 |
| E01 Trastornos tiroideos vinculados a deficiencia de yodo y afecciones E12 Diabetes mellitus asociada con desnutrición K85 Pancreatitis aguda de causa etílica K86 Pancreatitis crónica de causa etílica | 7/11 | 63,60% | | |
| E85 Amiloidosis | 6/11 | 54,50% | BC | 27,3 |
| E11 Diabetes mellitus no insulino dependiente E14 Diabetes mellitus, no especificada E88 Otros trastornos metabólicos | 5/11 | 50% | E11:AC E88: ABC/ BC | 9,1 9,1 |
| K74 Cirrosis hepática no vírica ni autoinmune K70 Esteatohepatitis no alcohólica | 5/11 | 45,50% | K74:BC K70:AC/ BC | 9,1 9,1 |

TABLA 4
Causas de mortalidad consensuadas por expertos nutricionistas como causas de mortalidad de origen nutricional (n=80) y su frecuencia.
EXCLUIDAS (23 causas)

| Causas | Votos | Frec. | >1grupo | Frec. |
|--|-------|--------|-----------------------------|-------------------|
| E28 Disfunción ovárica E29 Disfunción testicular E30 Trastornos de la pubertad, no clasificados en otra parte | 9/11 | 81,80% | | |
| E20 Hipoparatiroidismo | 8/11 | 72,70% | | |
| E04 Otro bocio no tóxico /E06 Tiroiditis | 7/10 | 70,00% | | |
| E26 Hiperaldosteronismo E27 Otros trastornos de la glándula suprarrenal E32 Enfermedades del timo | 7/11 | 63,60% | | |
| E34 Otros trastornos endocrinos | 6/10 | 60,00% | | |
| E02 Hipotiroidismo subclínico por deficiencia de yodo E07 Otros trastornos tiroideos E16 Otros trastornos de la secreción interna del páncreas E21 Hiperparatiroidismo y otros trastornos de la glándula paratiroides E22 Hiperfunción de la glándula hipófisis E23 Hipofunción y otros trastornos de la glándula hipófisis E24 Síndrome de Cushing E25 Trastornos adrenogenitales | 6/11 | 54,50% | E07:ABC E21:BC E22:BC | 9,1 9,1 9,1 |
| E05 Tirotoxicosis | 5/10 | 50,00% | | |
| E03 Otro hipotiroidismo E10 Diabetes mellitus insulino dependiente | 4/10 | 40,00% | | |

DISCUSIÓN

Este trabajo es la primera aportación sobre clasificación de MON del que tenemos constancia, a pesar de que el término de mortalidad evitable - entre el que se podrían incluir las causas de origen nutricional - haya sido ampliamente difundido (18).

A lo largo de la historia de la clasificación de enfermedades se perciben continuos cambios en la ubicación de las enfermedades de origen nutricional. La primera clasificación agrupaba a la diabetes y el escorbuto dentro del primer epígrafe de «enfermedades generales» (1). Las segunda y tercera revisiones también incorporaban otras enfermedades como el beriberi, pelagra, raquitismo, etc (19). La sexta clasificación, las agrupaba en «Enfermedades alérgicas, de las glándulas endocrinas y del metabolismo»;

TABLA 5.- Patologías excluidas

| | |
|-----|--|
| E02 | Hipotiroidismo subclínico por deficiencia de yodo |
| E03 | Otro hipotiroidismo |
| E04 | Otro bocio no tóxico |
| E05 | Tirotoxicosis |
| E06 | Tiroiditis |
| E07 | Otros trastornos tiroideos |
| E10 | Diabetes mellitus insulino dependiente |
| E16 | Otros trastornos de la secreción interna del páncreas |
| E20 | Hipoparatiroidismo |
| E21 | Hiperparatiroidismo y otros trastornos de la glándula paratiroides |
| E22 | Hiperfunción de la glándula hipófisis |
| E23 | Hipofunción y otros trastornos de la glándula hipófisis |
| E24 | Síndrome de Cushing |
| E25 | Trastornos adrenogenitales |
| E26 | Hiperaldosteronismo |
| E27 | Otros trastornos de la glándula suprarrenal |
| E28 | Disfunción ovárica |
| E29 | Disfunción testicular |
| E30 | Trastornos de la pubertad, no clasificados en otra parte |
| E31 | Disfunción poliglandular |
| E32 | Enfermedades del timo |
| E34 | Otros trastornos endocrinos |
| E65 | Adiposidad localizada* |

*Considerada "No causa de mortalidad"

TABLA 6
Porcentaje de acuerdo entre expertos

| Grupo | Grado de acuerdo | | |
|----------|---------------------------|--|------------------------|
| | Acuerdo elevado (≥85%) | Acuerdo intermedio (entre 60 y 85%) | Acuerdo bajo (<60%) |
| - | - | 10(71,5%) | 4(28,5%) |
| 1(20,0%) | 1(20,0%) | 1(20,0%) | 3(60,0%) |
| 5(13,5%) | 5(13,5%) | 26(70,2%) | 6(16,2%) |
| - | - | 10(43,5%) | 13(56,5%) |
| 6(7,5%) | 6(7,5%) | 47(59,5%) | 26(32,9%) |

ni siquiera se hace mención a la nutrición (2). Fue a partir de la séptima clasificación, en 1965, cuando se incorporó el término "nutrición" al grupo. El epígrafe no ha variado desde la séptima clasificación, aunque sí que ha sufrido diversas modificaciones internas, y actualmente se clasifican en el grupo E: «Enfermedades de las glándulas endocrinas, de la nutrición y del metabolismo».

La dificultad para decidir qué enfermedades son consideradas como causas de MON se pone de manifiesto en este trabajo ya que, entre los expertos en nutrición, existe disparidad de opiniones.

El conocimiento de las causas de MON junto con su adecuada y detallada clasificación podría contribuir a que los responsables de las políticas sanitarias desarrollaran estrategias basadas en prevención, promoción de salud nutricional y optimización de los recursos sanitarios ya que, después de más de un siglo de CIEs, las causas de MON no están englobadas en un mismo epígrafe, lo que impide medir con exactitud su magnitud.

Es por eso que las deficiencias en los registros de mortalidad tienen implicaciones epidemiológicas y de salud pública en temas referentes a alimentación y nutrición, pues están muy relacionadas con la primera causa de muerte diagnosticada (20, 21).

La clasificación de causas de MON que proponemos puede ser una gran ayuda en nutrición y salud pública para mejorar los estudios que se realicen en este ámbito, o relacionados con él. Puede emplearse como un anexo complementario a la CIE que se esté utilizando en cada momento, actuando como clarificador. El uso de esta clasificación puede mejorar la homogeneidad de los datos y facilitar la

comparación entre diferentes estudios.

Hay conciencia de que la participación de los expertos en el consenso ha sido escasa en comparación a la esperada, a pesar de ello consideramos que se ha contado con un número suficiente de expertos para realizar el consenso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este estudio querrían expresar su agradecimiento a la doctora Carmina Wanden-Berghe y a Joaquín Moncho Vasallo por toda su ayuda y colaboración.

Queremos expresar nuestra gratitud a los expertos que han colaborado en el estudio: Luis Miguel Luengo (Hospital Infanta Cristina, Badajoz); Cristina Cuerda (Hospital Gregorio Marañón, Madrid); Carmina Wanden-Berghe (Hospital General Universitario de Alicante, Alicante); Abelardo García de Lorenzo (Hospital Universitario La Paz, Madrid); Jordi Salas Salvadó (Hospital Universitario Sant Joan de Reus, Barcelona); Dr. Francisco Botella (Hospital Universitario de Albacete, Albacete); Carmen Sanchez (Hospital Princesa Sofía, Murcia); Lucía Laborda (Hospital de Cruces, Bilbao); María Teresa Forga (Hospital Sant Pau, Barcelona); Laura Camarera (Hospital Santiago de Compostela, Santiago de Compostela); Gisela Alaman Laguarda (Hospital Gregorio Marañón, Madrid). Este estudio ha sido posible gracias al proyecto del Grupo Balmis de

Investigación en Salud Comunitaria e Historia de la Ciencia.

REFERENCIAS

- 1 Bertillon J. Nomenclatura de las enfermedades (Causas de defunciones). 1ª ed. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico; 1899.
- 2 Instituto Nacional de Estadística. Manual de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades, Traumatismos y Causas de Muerte. Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 1951.
- 3 Organización Mundial de la Salud [Sede web]. Ginebra-Suiza. OMS[03/02/2009] Programmes and Projects-International Classification of Diseases-History of ICD [aprox. 10 pantallas]. Disponible en: <http://www.who.int/classifications/icd/en/index.html>
- 4 Sickbert-Bennett EE, Weber DJ, Poole F, Macdonals PD, Maillard JM. Utility of International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification codes for communicable disease surveillance. *Am J Epidemiol*. 2010;172(11):1299-305.
- 5 Ohtsu T, Kokaze A, Shimada N, Kaneita Y, Shirasawa T, Ochiai H, et al. Usage of the .9 codes of the ICD-10 for Japanese mortality statistics. *Acta Med Okayama*.2009;63(5):281-6.
- 6 Quan H, Li B, Saunders LD, Parsons GA, Nilsson CL, Alinhai A, et al. Assessing validity of ICD-9-CM and ICD-10 administrative data in recording clinical conditions in a unique dually coded database. *Health Serv Res*. 2008;43(4):1424-41.
- 7 Organización Mundial de la Salud [Sede web]. Ginebra-Suiza. OMS[03/02/2009] Programmes and Projects-International Classification of Diseases-Media Centre-News [aprox 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2007/pr13/es/print.html>
- 8 Horton R. Maternal and child undernutrition: an urgent opportunity. *Lancet*. 2008;9608(371):179.
- 9 Cirera Suárez L, Rodríguez Barranco M, Madrigal de Torres E, Carrillo Prieto J, Hasiak Santo A, Augusto Becker R, et al. Correspondencia entre CIE-10 y CIE-9 para las listas de causas de muerte del Instituto Nacional de Estadística y de la región de Murcia. *Rev Esp Sal Pub*. 2006; 80:157-175.
- 10 García MJ, Maroto A, Grandes S. Clasificación DSM-IV y CIE-10 de los trastornos mentales: evolución histórica. *Psiquiatría*. 2006; 12:13-5.
- 11 Chaná P, Alburquerque D. La clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud (CIF) y la práctica neurológica. *Rev Chil Neuropsiquiat*. 2006;44(2):89-97.
- 12 Swails WS, Samour PQ, Babineau TJ, Bistrrian BR. A proposed revision of current ICD-9-CM malnutrition code definitions. *J Am Diet Assoc*. 1996;96(4):370-3.
- 13 Jäger M, Bottlender R, Wegner U, Strauss A, Möller HJ. [Diagnostic shifts of functional psychoses in the transition from ICD-9 to ICD-10][Aleman]. *Nervenarzt*. 2003;74(5):420-7.
- 14 Instituto Nacional de Estadística. Anexo 3. Listas reducidas de causas de defunción. En: INE. Manual de causas de defunción (CIE-10). Versión 4.0. Madrid: INE; 2005. Documentos de trabajo. p. 1-10. www.ine.es/daco/daco-42/sanitarias/listas_02.doc
- 15 Organización Panamericana de la Salud. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. Décima revisión. (CIE-10). Manual de instrucciones. Vol. 1. Washington DC:OPS;1995.
- 16 Rozman C, Farreras P, Domarus A. Medicina interna. 16ed. Madrid: Elsevier España; 2009.
- 17 Braunwald E, Harrison T. Principios de medicina in-

- terna. 16ed. México D.F:McGraw-Hill;2006.
- 18 Gispert R, De Arán Barés M, Puigdefàbregas A, y el Grupo para el Consenso de la Mortalidad Evitable. la mortalidad evitable: lista de consenso para la actualización del indicador en España. *Gac Sanit.* 2006; 20(3):184-93.
- 19 Marcelino Pascua. Mortalidad Específica en España en el periodo 1911-1930. Madrid: Comisión Permanente de Investigaciones Sanitarias- Dirección General de Sanidad; 1935.
- 20 Chiuev SE, Sampson L, Willett WC. The association between a nutritional quality index and risk of chronic disease. *Am J Prev Med.* 2011;40(5):505-13.
- 21 Lee CG, Boyko EJ, Nielson CM, Stephanick ML, Bauer DC, Hoffman AR et al. Mortality risk in older men associated with changes in weight, lean mass and fat mass. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59(2):233-40.
- 22 Nöthlings U, Ford ES, Kröger J, Boeing H. Lifestyle factors and mortality among adults with diabetes: findings for the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Potsdam study. *J Diabetes.* 2010;2(2):112-7.

Recibido: 22-03-2011

Aceptado: 24-05-2011

Relación del colesterol total con la concentración sérica de tocoferoles, un estudio probabilístico en preescolares mexicanos.

Guadalupe López y Marcos Galván.

Centro Interdisciplinario en Ciencias de la Salud,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

RESUMEN. Estudios epidemiológicos han demostrado el efecto del estado nutricional de los tocoferoles y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, las cuales son cada vez más frecuentes en edades tempranas de la vida. Este trabajo relaciona el colesterol total con las concentraciones séricas de tocoferoles en una población de niños mexicanos, evaluando además su estado antioxidante y oxidante. De octubre a diciembre de 2003, se cuantificó en suero α -tocoferol, γ -tocoferol y colesterol total en 1155 niños (12-59 meses) residentes de localidades urbanas y rurales; se evaluó la capacidad antioxidante y el estado oxidante con la producción de TBARS. Los niños con cifras de colesterol <170 mg/dL presentaron una media de α -tocoferol en suero de 472.5 ± 179.6 μ g/dL y en los de ≥ 240 mg/dL fue de 577.3 ± 200.8 μ g/dL. Sin embargo, cuando se expresaron los tocoferoles en relación con el colesterol total (μ mol/mmol), se observó que los niños con <170 mg/dL presentaban las relaciones más altas (3.06 ± 1.19), lo que los ubicaba en un adecuado estado nutricional de α -tocoferol, a diferencia del grupo con ≥ 240 mg/dL de colesterol en quienes la relación fue baja (1.93 ± 0.69). No se observaron diferencias en la capacidad antioxidante del suero, pero sí en la producción de TBARS para los niños con ≥ 200 mg/dL de colesterol. En preescolares los incrementos en el colesterol total limitan la disponibilidad de tocoferoles séricos para los lípidos circulantes, esta condición a través del tiempo puede condicionar el desarrollo prematuro de lesiones vasculares mediadas por estrés oxidativo.

Palabras clave: Alfa tocoferol, gamma tocoferol, hipercolesterolemia, capacidad antioxidante, TBARS

SUMMARY. Relation of total cholesterol in serum tocopherols, probabilistic study in Mexican children. Epidemiological studies have shown the effect of nutritional status of tocopherols and development of cardiovascular diseases that now are more frequent during early years of life. In this work we evaluated the association between the total cholesterol and serum levels of tocopherols in a population of Mexican children in whom we measured the oxidant status and antioxidant capacity (December 2003). In 1155 children (12-59 months) residents of urban and rural locations we quantified in serum α -tocopherol, γ -tocopherol and total cholesterol; the antioxidant capacity and oxidative status were evaluated with the production of TBARS. Children with serum cholesterol <170 mg/dL had an average of 472.5 ± 179.6 μ g/dL tocopherol in serum and ≥ 240 mg/dL cholesterol recorded an average of 577.3 ± 200.8 μ g/dL. However, when tocopherols were expressed in relation to total cholesterol (μ mol/mmol) found that children with <170 mg/dL had the highest ratios (3.06 ± 1.19) which places them in an adequate nutritional status of tocopherol, unlike the group with ≥ 240 mg/dL of cholesterol in whom the relationship was low (1.93 ± 0.69). There were no differences in serum antioxidant capacity, but if in the production of TBARS for children with ≥ 200 mg/dL cholesterol. In preschools the increases in total cholesterol limits the availability of serum tocopherol for circulating lipids, this condition over time could determine the early development of vascular injury mediated by oxidative stress.

Key words: Alpha tocopherol, gamma tocopherol, cholesterol, antioxidant capacity, TBARS

INTRODUCCION

La hipótesis del estrés oxidativo como causa de la arteriosclerosis ha generado interés en conocer los mecanismos de la oxidación de las lipoproteínas, principalmente LDL, esta molécula es muy susceptible a oxidarse debido a que del total de lípidos que la conforman el 50% son ácidos grasos poliinsaturados (LH) (1), los cuales son más propensos a la oxidación que

los monoinsaturados y el colesterol libre. La oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados predisponen a modificaciones en la lisina de la proteína Apo B en las LDL, lo que le confiere una mayor captación por los macrófagos (2), predisponiendo así al desarrollo de lesiones arterioscleróticas (3).

La vitamina E es transportada por las LDL desde el hígado hacia los tejidos periféricos, esta vitamina esta constituida por un grupo de 8 compuestos (4 to-

coferoles y 4 tocotrienoles). El alfa tocoferol es la forma más activa y abundante en el cuerpo humano (4, 5), representando cerca de 90% del total de la vitamina E endógena (6) y es la molécula que previene en un 100% la reabsorción del feto durante la gestación y evita la hemólisis, a diferencia del gamma tocoferol que solo previene estas alteraciones del 3-20% (7). Su actividad biológica esta relacionada principalmente con sus propiedades antioxidantes, la función de los tocoferoles en las membranas celulares es evitar la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados que forman los fosfolípidos y en las LDL y VLDL limita la formación del radical peroxil (LOO*). El alfa tocoferol actúa como antioxidante rompiendo la reacción en cadena de la lipoperoxidación al donar un átomo de hidrógeno del anillo fenólico, evitando así la reacción del LOO* con otro ácido graso (8), formándose un radical tocoferoxil (α -TO*) y el hidroperóxido lipídico (LOOH), resultando en ≤ 1 mol de LOOH formado por mol de alfa tocoferol (9).

La inhibición de la lipoperoxidación de las LDL por alfa tocoferol se ha descrito en estudios in Vitro, donde su consumo por oxidación incrementa el daño oxidativo del Cu+2 en los lípidos de las LDL (10). Radicales como el radical peroxil (ROO*) y el radical hidroxilo (OH*) pueden oxidar los LH de las LDLs, sin embargo, el ROO* y el OH* reaccionan de 104-105 y 10 veces más rápido con el alfa tocoferol que con los LH, respectivamente (11), en esto radica la importancia de los tocoferoles en las lipoproteínas.

El linoleato (18:2) se oxida 27 veces más que el colesterol y el linoleato de colesterol (LinCol 18:2) es el sustrato más susceptible a oxidarse en las LDL, por lo tanto, la relación entre el alfa tocoferol y el LinCol 18:2 debería indicar si las lipoproteínas contienen suficiente vitamina E para proteger a los lípidos de ataque de los radicales libres (12). La hiperlipidemia esta asociado con un perfil aterogénico lipoproteico, que se caracteriza por un mayor predominio de lipoproteínas de baja densidad menos densas y una alteración en plaquetas (13) y en la función de los linfocitos (14). En la hipercolesterolemia se encuentran altas las concentraciones de tocoferoles en suero (sin corregir por lípidos) cuando se compara con sujetos normolipemicos (15), incluso se han registrado concentraciones mucho más bajas en sujetos hipolipemicos (16), lo que esta influido por el número de lípidos circulantes. Las concentraciones

normales en adultos de alfa tocoferol en plasma o suero están dentro del rango de 500-1600 μ g/dL, en niños en edad preescolar se ha propuesto que los rangos de concentración sean de 300-900 μ g/dL (17). Por la influencia de los lípidos en la concentración del alfa tocoferol es importante considerar su relación, debido a que los lípidos causan una movilización del tocoferol fuera de la célula hacia la circulación, los rangos propuesto como ideales en adultos son 2.5-8.4 mmol de alfa tocoferol/mol de colesterol total (18).

Estudios epidemiológicos han demostrado la relación entre la ingesta (19, 20) y la concentración plasmática de vitamina E (21) con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, causal independiente de la concentración de colesterol y triglicéridos circulantes. En niños con hipercolesterolemia se ha reportado una mayor cantidad de tocoferoles en suero pero menor en eritrocitos (22); además de que estas células son más susceptibles al estrés oxidativo mediado por lípidos (15). Existe controversia de la efectividad del uso de los suplementos de vitamina E en la prevención de las enfermedades cardiovasculares (23), pero es evidente una relación entre el estado nutricional de los tocoferoles y el desarrollo de placas de ateroma, debido a que la cantidad de alfa tocoferol en los macrófagos de las células espumosas en las lesiones arterioscleróticas es baja cuando se expresa en relación al colesterol esterificado (24).

En México el incremento en la incidencia de diabetes mellitus (25) y de enfermedades cardiovasculares es alarmante, debido a que se están presentando con más frecuencia en edades más tempranas de la vida (26). En México la tasa nacional (por 100,000 habitantes) de muertes por enfermedades isquémica del corazón incrementó de 43.5 en el año 2000 a 55.8 en el 2008 (27); en los niños de 1-4 años la enfermedad cerebrovascular como causal de muerte paso de ocupar el sitio número 20 en el 2003 al sitio 15 en el 2008, incrementándose la tasa de muerte de 0.4 a 0.6 (28), respectivamente. Por esta razón nos propusimos establecer la relación entre la concentración sérica de alfa y gamma tocoferol con los niveles de colesterol total en una población de niños mexicanos en edad preescolar con la finalidad de identificar factores de riesgo asociados al desarrollo de arteriosclerosis y enfermedad coronaria en los primeros años de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

De octubre a diciembre de 2003 se realizó un estudio transversal y probabilístico con representatividad para los menores de 5 años del estado de Hidalgo, México (110 Km al norte de la ciudad de México). Para calcular el tamaño de muestra se empleó la proporción de mujeres con al menos un hijo menor de cinco años (0.29), un nivel de confianza del 90% y una tasa de no respuesta del 15%, resultando en un tamaño de muestra de 2100 niños menores de cinco años de zonas rurales y urbanas pertenecientes a todos los estratos socioeconómicos. El muestreo fue estratificado por conglomerados y bietápico, utilizando el marco muestral de la Encuesta Estatal de Nutrición-Hidalgo 2003 para seleccionar aleatoriamente a los sujetos. El proyecto fue aprobado por el comité de ética de la Secretaría de Salud del estado de Hidalgo, México y se solicitó la firma de un consentimiento informado al padre o tutor.

En los niños de 12-59 meses se extrajo sangre de la vena ante cubital, la cual se separó por centrifugación (3000 rpm, 10 minutos) y se almacenó en nitrógeno líquido hasta su llegada al Laboratorio de Nutrición Molecular del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en este lugar se conservaron las muestras a -80°C hasta su análisis; para realizar la extracción de sangre se solicitó un ayuno mínimo de 5 horas. El alfa y gamma tocoferol fueron cuantificados en suero utilizando un método de cromatografía líquida de alta resolución (29). El colesterol total y los triglicéridos se cuantificaron en suero utilizando una técnica colorimétrica (Wiener lab®). Las concentraciones de colesterol cuantificadas en los niños se agruparon de acuerdo a los intervalos propuestos por la American Heart Association: aceptable < 170 mg/dL, al límite 170 a 199.9 mg/dL y anormal ≥ 200 mg/dL (30). Con fines descriptivos se incluyó la proporción de niños con colesterol sérico ≥ 240 mg/dL.

Las concentraciones de tocoferoles alfa y gamma se expresan en $\mu\text{g/dL}$ y se incluye además la relación tocoferol:colesterol total $\mu\text{mol/mmol}$ (31). El COMA Panel Dietary Reference Values considera que en adultos una relación α -tocopherol:colesterol de 2.25 $\mu\text{mol/mmol}$ es óptima (32); por lo que no existiendo datos de referencia para la población menor de 5 años se adoptó este mismo valor como límite para estable-

cer deficiencia. Para medir la capacidad antioxidante (Capox) se cuantificaron las moléculas que reaccionaron al ácido tiobarbitúrico (TBARS), aplicando un método colorimétrico (33); en un sistema de 2 mL, compuesto por un amortiguador trisma base 7.2 mM, pH 8.0, se colocó una mezcla de ácidos grasos poliinsaturados, linolénico (89.16 ηmoles) y linoleico (89.75 ηmoles), 1 μmol de FeCl_2 y 2.5 μmoles de H_2O_2 . La mezcla se incubó 15 minutos a 37°C , adicionando 1.0 mL de ácido tiobarbitúrico al 0.375% (95°C durante 15 minutos), la reacción se detuvo con 500 μL de HCl 2 N y se leyó absorbancia a una longitud de onda de 532 nm, en esta mezcla se probó la capacidad antioxidante de los niños en estudio adicionando 10 μL de suero; el cual fue conservado después de la toma de muestra de sangre con BHT 2 mM (10 μL por 2 mL de suero). En el suero se determinó además la capacidad atrapadora de un radical libre estable, el 1,1 Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) (34).

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS versión 10. Se reportan medias, desviaciones estándar y error estándar, las diferencias entre grupos se evaluaron utilizando ANOVA con un post test de Bonferroni, se estableció una correlación entre variables independientes con una prueba de Pearson. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas con un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

De la población seleccionada se obtuvo un total de 1530 muestras de sangre, pero sólo 1155 muestras fueron óptimas para su análisis, 521 muestras provenían de niños de localidades urbanas y 634 de rurales; se excluyeron las muestras hemolizadas y aquellas que no cumplieron con las horas de ayuno solicitadas. Debido al objetivo del presente estudio, la reducción en el tamaño de muestra final no afectó su representatividad, considerando un nivel de significancia de 0.05, poder de 80% y un efecto de diseño de 0.11 para comparar las medias de concentraciones de colesterol entre 4 grupos. Las muestras analizadas pertenecían a niños residentes de 56 municipios del estado del Hidalgo, México. De las muestras evaluadas 567 eran de niños y 588 de niñas, los cuales tenían una edad promedio de 3.2 ± 1.01 años. En este estudio se analizaron muestras de suero de niños de 12-23 meses (159 muestras), de 24-35 meses (308 muestras), de 36-47 meses (367

muestras) y de 48-60 meses (321 muestras).

Los niños evaluados fueron asignados a 4 categorías de acuerdo a sus concentraciones séricas de colesterol total, las características de los grupos se describen en la Tabla 1. No se observaron diferencias en el estado nutricional de los niños ni en su edad promedio dentro de los grupos; sin embargo, la concentración sérica de triglicéridos se incrementó significativamente en la medida en que aumentaba el colesterol total en las 4 categorías (Tabla 1). Se ob-

servó una correlación positiva entre el colesterol total y la concentración de alfa y gamma tocoferol (Figura 1). No se observaron diferencias en las concentraciones promedio de alfa tocoferol por sexo ni entre los grupos de edad estudiados: de 12-23 (1 año), 24-35 (2 años), 36-47 (3 años), 48-59 (4 años) (Tabla 2); pero si se registraron diferencias a las edades de 2, 3 y 4 años para la concentración de gamma-tocoferol, la cual aumentó significativamente ($p < 0.05$) en relación con la edad, en el grupo de 1 año la concentración promedio fue de $75.5 \pm 1.3 \mu\text{g/dL}$ y en los niños de 4 años se registró una media de $101 \pm 5.3 \mu\text{g/dL}$ (Tabla 2).

Para el alfa tocoferol se registró una diferencia promedio de $104.8 \mu\text{g/dL}$ entre el grupo de niños con $\geq 240 \text{ mg/dL}$ de colesterol total en comparación con los niños con $< 170 \text{ mg/dL}$, la misma tendencia se observó en la concentración de gamma tocoferol la cual fue 33.8% mayor en el grupo con $\geq 240 \text{ mg/dL}$ de colesterol en relación con el grupo con $< 170 \text{ mg/dL}$. Sin embargo, las diferencias entre los grupos se tornaron negativas cuando se compararon en relación a la razón tocoferoles:colesterol ($\mu\text{mol}/\text{mmol}$); el alfa tocoferol presentó una relación alfa tocoferol:colesterol $\mu\text{mol}/\text{mmol}$, 36.9% menor en el grupo con colesterol total de $\geq 240 \text{ mg/dL}$, al compararse con los niños que presentaron cifras de colesterol $< 170 \text{ mg/dL}$; este patrón fue semejante para el gamma tocoferol, debido a que la relación gamma tocoferol:colesterol $\mu\text{mol}/\text{mmol}$ fue 31.4% menor en el grupo con $\geq 240 \text{ mg/dL}$ de colesterol total (Tabla 3). En todas las categorías de colesterol total, la relación

TABLA 1.
Variables descriptivas de los niños de 12-59 meses de acuerdo a su concentración sérica de colesterol total.

| Colesterol (categorías) | Edad Años | IMC Kg/m2 | Triglicéridos mg/dL | Colesterol mg/dL | Sexo (N) | |
|-------------------------|-----------|------------|---------------------|------------------|----------|-----|
| | | | | | Mas | Fem |
| <170 mg/dL | 3.3 ± 1.0 | 16.4 ± 1.8 | 130.9 ± 42.5 | 140.2 ± 19.9 | 353 | 369 |
| 170-199.9 mg/dL | 3.2 ± 1.0 | 16.7 ± 2.5 | 145.7 ± 50.8* | 183.2 ± 8.3* | 131 | 118 |
| 200-239.9 mg/dL | 3.3 ± 0.9 | 16.5 ± 1.7 | 158.8 ± 60.9* | 213.3 ± 10.7* | 60 | 77 |
| 240 mg/dL | 3.3 ± 0.9 | 16.1 ± 1.5 | 164.2 ± 63.7* | 269.2 ± 30.9* | 26 | 21 |

Los datos representan el valor promedio ± desviación estándar, el (*) indica un valor de $p < 0.01$ para la prueba de ANOVA y un post test de Bonferroni, las diferencias están en relación a la categoría de $< 170 \text{ mg/dL}$ de colesterol.

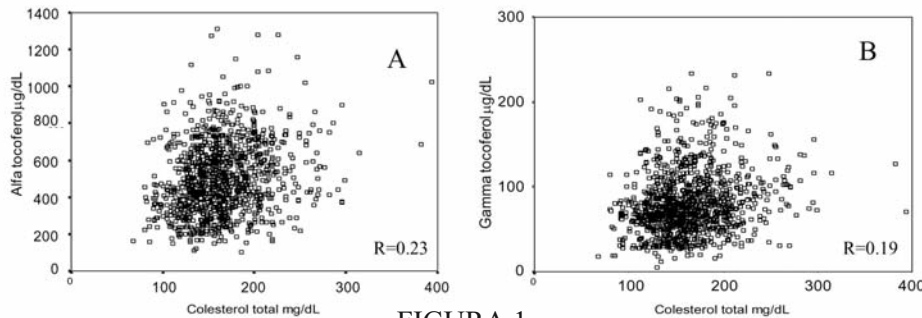


FIGURA 1.

Correlación entre la concentración sérica de alfa tocoferol (A) y gamma tocoferol (B) con el colesterol total en niños de 12-59 meses del estado de Hidalgo, México.

TABLA 2.
Concentraciones séricas de alfa y gamma tocoferol e niños menores de 5 años del estado de Hidalgo, México.

| Edad (años) | Alfa tocoferol $\mu\text{g/dL}$ | Gamma tocoferol $\mu\text{g/dL}$ |
|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 481.1 ± 15.4 | 76.1 ± 2.8 |
| 2 | 505.5 ± 10.9 | 83.9 ± 1.9 ‡ |
| 3 | 500.4 ± 9.8 | 83.6 ± 2.2 ‡* |
| 4 | 481.1 ± 9.8 | 76.1 ± 1.9 * |

Se presentan promedio con error estándar, los asteriscos indican diferencias significativas al compararse con los niños de 1 año (12-23 meses), el símbolo (‡) representan diferencias entre los niños de 2 años y 3 años de edad, para la prueba ANOVA con un post test de Bonferroni, $p < 0.05$.

TABLE 3.
Concentración sérica de alfa tocoferol y gamma tocoferol en relación al colesterol total de niños preescolares del estado de Hidalgo, México.

| | Colesterol mg/dL | Tocoferoles media ± DE |
|--|---------------------|---------------------------|
| a-Tocoferol µg/dL * | < 170.0 | 472,5 ± 179,6 |
| | 170-199.9 | 532,5 ± 182,7 ‡ |
| | 200-239.9 | 550,4 ± 199,6 ‡ |
| | ≥ 240.0 | 577,3 ± 208,7 ‡ |
| g-Tocoferol µg/dL * | < 170.0 | 75,5 ± 36.1 |
| | 170-199.9 | 86,6 ± 37,7 ‡ |
| | 200-239.9 | 84,7 ± 35,9 ‡ |
| | ≥ 240.0 | 101,0 ± 36,5 ‡ |
| a-Tocoferol: colesterol µmol/mmol * | < 170.0 | 3,06 ± 1,19 |
| | 170-199.9 | 2,61 ± 0,90 ‡ |
| | 200-239.9 | 2,32 ± 0,84 ‡ |
| | ≥ 240.0 | 1,93 ± 0,69 ‡ |
| g-Tocoferol: colesterol µmol/mmol * | < 170.0 | 0,51 ± 0,26 |
| | 170-199.9 | 0,44 ± 0,19 ‡ |
| | 200-239.9 | 0,37 ± 0,16 ‡ |
| | ≥ 240.0 | 0,35 ± 0,13 ‡ |

* p<0.001 dentro del grupo, prueba ANOVA. El símbolo ‡ indica un valor de p < 0.001 en referencia al grupo de < 170.0 mg/dL de colesterol al aplicar un post test de Bonferroni.

TABLE 4
Estado oxidante y antioxidante en niños preescolares con variadas concentraciones de colesterol total.

| Colesterol total mg/dL | n | TBARS mmol/L | Capox (%) | DPPH (%) |
|------------------------|-----|--------------|-------------|-------------|
| < 170.0 | 722 | 0.58 ± 0.11 | 28.6 ± 14.3 | 31.4 ± 9.8 |
| 170-199.9 | 249 | 0.59 ± 0.12 | 29.7 ± 15.3 | 33.9 ± 9.3 |
| 200-239.9 | 137 | 0.63 ± 0.17* | 26.6 ± 13.3 | 29.5 ± 11.9 |
| ≥ 240.0 | 47 | 0.64 ± 0.15* | 28.5 ± 14.4 | 32.1 ± 6.9 |

El asterisco (*) indica diferencias significativas en relación al grupo de < 170.0 mg/dL, prueba ANOVA post test de Bonferroni, p < 0.05.

gamma tocoferol:colesterol µmol/mmol y alfa tocoferol colesterol µmol/mmol disminuyó significativamente (p<0.001) en la medida que el colesterol total incrementó; efecto contrario al observado con la concentración sérica de las dos formas de tocoferoles evaluadas (Tabla 3).

No se presentaron diferencias en la capacidad antioxidante en las 4 categorías de colesterol evaluadas con las técnicas de Capox y DPPH (Tabla 4), solamente se cuantificó una mayor cantidad de TBARS en los niños que presentaban concentraciones de colesterol total entre 200-239.9 mg/dL y con ≥240 mg/dL (Tabla 4).

DISCUSIÓN

El colesterol total tiene un efecto en las concentraciones séricas de tocoferoles, esta relación no es exclusiva del alfa tocoferol, también en el gamma tocoferol se observó una correlación positiva, no en la misma magnitud, pero si en el mismo sentido; este incremento en la cantidad de tocoferoles séricos se explica por la presencia de estos en las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y de baja densidad principalmente las LDL y VLDL (35, 36), donde son transportados para ser distribuidos en las células blanco y sirven a los ácidos grasos poliinsaturados de las lipoproteínas como protección ante el ataque de los radicales libres (37). Es de vital importancia mantener una cantidad suficiente de alfa tocoferol en las LDL debido a que es el antioxidante endógeno más importante para limitar la lipoperoxidación y evitar así la etiología de la formación de la placa de ateroma y el desarrollo de la arteriosclerosis (38, 39). Se han identificado lesiones arterioscleróticas en soldados jóvenes muertos en combate (29, 40), lo que pone en evidencia que las lesiones se inician décadas antes de que aparezcan los síntomas clínicos de enfermedad coronaria. Por lo tanto identificar factores de riesgo desde edades tempranas de la vida es útil para establecer acciones de prevención que limiten el desarrollo de enfermedades cardiovasculares en la edad adulta.

Son limitados los estudios donde se reportan las concentraciones séricas de tocoferoles en niños, se han descrito promedios de alfa tocoferol (452 µg/dL) en un grupo de 29 niños Latinos de 4-8 años (41), así como en niños Españoles (42) y Koreanos de 2-6 años, en quienes una tercera parte presentaron defi-

ciencias de alfa tocoferol (43). En nuestro grupo de estudio las concentraciones séricas de tocoferoles no fueron un indicador certero del estado nutricional de esta vitamina, debido a que al relacionarla con el colesterol total se observó que en la medida que incrementaban en suero los promedios de alfa tocoferol, la relación alfa tocoferol:colesterol disminuyó significativamente, esto fue más evidente en los niños con

200 mg/dL de colesterol en quienes el valor promedio de la relación se encontró en el límite de los considerado normal para una población adulta, esta relación se volvió anormal cuando las cifras de colesterol de los niños fue de ≥ 240 mg/dL, en este grupo el promedio registrado fue de 1.93 ± 0.69 , a pesar de que la concentración sérica de alfa tocoferol en estos niños fue la mayor registrada en las 4 categorías de colesterol evaluadas ($577,3 \pm 208,7$ $\mu\text{g/dL}$), este incremento no fue suficiente para mantener la relación de alfa tocoferol:colesterol en cifras ≥ 2.25 $\mu\text{mol/mmol}$; lo anterior cobra relevancia debido a que se ha reportado que los sujetos con valores menores a esta relación, tienen mayor tendencia a la hemólisis de eritrocitos cuando son expuestos a agentes oxidantes, por lo tanto este valor puede considerarse como límite para establecer deficiencia de tocoferoles en su función como antioxidantes (44). Estudios realizados en niños sanos de la misma edad han reportado relaciones de alfa tocoferol:colesterol ($\mu\text{mol/mmol}$) de 3.42 ± 0.2 (17) y de 4.3 ± 1.7 (45), valores que contrastan con los observados en nuestro grupo de niños con concentraciones de colesterol ≥ 200 mg/dL (2.32 ± 0.84).

El gamma tocoferol como nutriente antioxidante ha sido poco evaluado, en los niños de este estudio se registró una media de 80.1 $\mu\text{g/dL}$, la cual corresponde con la reportada en un pequeño grupo de niños estadounidenses de la misma edad (83.7 $\mu\text{g/dL}$) (46). El gamma tocoferol se absorbe en el intestino igual que el alfa tocoferol, pero parece que no es incorporado a las lipoproteínas para ser vertido a la circulación, si no que se metaboliza y excreta. Sin embargo, al gamma tocoferol se le atribuyen propiedades como anticancerígeno al detoxificar dióxidos de nitrógeno, limitar el crecimiento de algunas líneas celulares e inhibir la actividad de la ciclooxigenasa 2 en macrófagos y células epiteliales (47), evitando así el desarrollo de cáncer de próstata, colon, mama y pulmón (48). No es muy conocido el efecto que las bajas con-

centraciones de gamma tocoferol tienen en los niños menores de 5 años, por lo que es necesario evaluar la relación de este nutriente en otros aspectos de la respuesta antioxidante en humanos, para establecer una asociación entre su estado nutricional y el riesgo de enfermedad coronaria y cáncer.

Debido a que se identificó una deficiencia de alfa tocoferol en los niños con colesterol sérico ≥ 240 mg/dL, se consideró necesario establecer la relación entre el colesterol total y la capacidad antioxidante del suero, su evaluación mediante Capox y el DPPH no mostraron cambios en los niños de las 4 categorías de colesterol evaluadas, a pesar de que se observó un decremento significativo en las relaciones colesterol:tocoferoles en la medida que incrementaba el colesterol total, lo que permite suponer que los cambios en la relación entre el colesterol total, el alfa tocoferol y el gamma tocoferol no son determinantes de la capacidad antioxidante del suero en los escolares evaluados. Al evaluar el estado oxidante cuantificando las TBARS, se observó mayor concentración en el grupo de niños con cifras de colesterol sérico ≥ 200 mg/dL, ese incremento puede asociarse con una mayor concentración de triglicéridos cuantificados en este grupo. Estos resultados permiten suponer que en los niños evaluados las concentraciones de colesterol y tocoferoles en suero tienen efecto en el estado oxidante pero no el antioxidante, posiblemente por la presencia y la actividad antioxidante compensatorio de otros antioxidantes presentes en el suero, como los enzimáticos, nutrientes y algunas proteínas de transporte como la transferrina y la albúmina, los cuales no evaluamos. Es posible que las bajas relaciones de colesterol:tocoferoles en los niños preescolares no tengan efectos en la capacidad antioxidante en esta etapa de la vida y sea la deficiencia sostenida en el tiempo un factor que determine el riesgo de desarrollar arteriosclerosis y enfermedades coronarias, las cuales podemos prevenir al corregir la deficiencia de tocoferoles desde los primeros años de vida, principalmente en los niños con hipercolesterolemia.

Los incrementos en los niveles de colesterol total en los niños de 12-59 meses se asocian con una menor disponibilidad de tocoferoles séricos, lo cual podría condicionar desde edades muy tempranas de la vida el desarrollo prematuro de lesiones vasculares mediadas por estrés oxidativo.

REFERENCIAS

1. Stocker R. Lipoprotein oxidation: mechanistic aspects, methodological approaches and clinical relevance. *Curr Opin Lipidol.* 1994 Dec;5(6):422-33.
2. Zhang H, Yang Y, Steinbrecher UP. Structural requirements for the binding of modified proteins to the scavenger receptor of macrophages. *J Biol Chem.* 1993 Mar 15;268(8):5535-42.
3. Goldstein JL, Ho YK, Basu SK, Brown MS. Binding site on macrophages that mediates uptake and degradation of acetylated low density lipoprotein, producing massive cholesterol deposition. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1979 Jan;76(1):333-7.
4. Kagan VE, Serbinova EA, Forte T, Scita G, Packer L. Recycling of vitamin E in human low density lipoproteins. *J Lipid Res.* 1992 Mar;33(3):385-97.
5. Traber MG, Kayden HJ. Vitamin E is delivered to cells via the high affinity receptor for low-density lipoprotein. *Am J Clin Nutr.* 1984 Oct;40(4):747-51.
6. Brigelius-Flohe R, Traber MG. Vitamin E: function and metabolism. *FASEB J.* 1999 Jul;13(10):1145-55.
7. Devaraj S, Traber MG. Gamma-tocopherol, the new vitamin E? *Am J Clin Nutr.* 2003 Mar;77(3):530-1.
8. Burton GW. Vitamin E: molecular and biological function. *Proc Nutr Soc.* 1994 Jul;53(2):251-62.
9. Upston JM, Terentis AC, Stocker R. Tocopherol-mediated peroxidation of lipoproteins: implications for vitamin E as a potential antiatherogenic supplement. *FASEB J.* 1999 Jun;13(9):977-94.
10. Esterbauer H, Striegl G, Puhl H, Rotheneder M. Continuous monitoring of in vitro oxidation of human low density lipoprotein. *Free Radic Res Commun.* 1989;6(1):67-75.
11. Waldeck AR, Stocker R. Radical-initiated lipid peroxidation in low density lipoproteins: insights obtained from kinetic modeling. *Chem Res Toxicol.* 1996 Sep;9(6):954-64.
12. Barclay LR, Cameron RC, Forrest BJ, Locke SJ, Nigam R, Vinqvist MR. Cholesterol: free radical peroxidation and transfer into phospholipid membranes. *Biochim Biophys Acta.* 1990 Dec 4;1047(3):255-63.
13. de Man FH, Nieuwland R, van der Laarse A, Romijn F, Smelt AH, Gevers Leuven JA, et al. Activated platelets in patients with severe hypertriglyceridemia: effects of triglyceride-lowering therapy. *Atherosclerosis.* 2000 Oct;152(2):407-14.
14. Stokes KY, Clanton EC, Bowles KS, Fuseler JW, Chervenak D, Chervenak R, et al. The role of T-lymphocytes in hypercholesterolemia-induced leukocyte-endothelial interactions. *Microcirculation.* 2002 Oct;9(5):407-17.
15. Simon E, Paul JL, Soni T, Simon A, Moatti N. Plasma and erythrocyte vitamin E content in asymptomatic hypercholesterolemic subjects. *Clin Chem.* 1997 Feb;43(2):285-9.
16. Muldoon MF, Kritchevsky SB, Evans RW, Kagan VE. Serum total antioxidant activity in relative hypo- and hypercholesterolemia. *Free Radic Res.* 1996 Sep;25(3):239-45.
17. Farrell PM, Levine SL, Murphy MD, Adams AJ. Plasma tocopherol levels and tocopherol-lipid relationships in a normal population of children as compared to healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 1978 Oct;31(10):1720-6.
18. Stipanuk MH. *Biochemical and physiological aspects of human nutrition.* Philadelphia: W.B. Saunders; 2000.
19. Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Giovannucci E, Colditz GA, Willett WC. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *N Engl J Med.* 1993 May 20;328(20):1450-6.
20. Stampfer MJ, Hennekens CH, Manson JE, Colditz GA, Rosner B, Willett WC. Vitamin E consumption and the risk of coronary disease in women. *N Engl J Med.* 1993 May 20;328(20):1444-9.
21. Gey KF, Puska P, Jordan P, Moser UK. Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. *Am J Clin Nutr.* 1991 Jan;53(1 Suppl):326S-34S.
22. Chelchowska M, Laskowska-Klita T, Radomska B. [Vitamin E status in hypercholesterolemic children]. *Med Wieku Rozwoj.* 2002 Apr-Jun;6(2):125-33.
23. Clarke MW, Burnett JR, Croft KD. Vitamin E in human health and disease. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2008;45(5):417-50.
24. Carpenter KL, Cheeseman KH, van der Veen C, Taylor SE, Walker MK, Mitchinson MJ. Depletion of alpha-tocopherol in human atherosclerotic lesions. *Free Radic Res.* 1995 Dec;23(6):549-58.
25. Guerrero-Romero F, Violante R, Rodriguez-Moran M. Distribution of fasting plasma glucose and prevalence of impaired fasting glucose, impaired glucose tolerance and type 2 diabetes in the Mexican paediatric population. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2009 Jul;23(4):363-9.
26. Velazquez Monroy O, Barinagarrementeria Aldatz FS, Rubio Guerra AF, Verdejo J, Mendez Bello MA, Violante R, et al. Morbidity and mortality by ischemic heart disease and stroke in Mexico. 2005. *Arch Cardiol Mex.* 2007 Jan-Mar;77(1):31-9.
27. Salud SdSDGdIe. Principales causas de mortalidad general. México: 2010-07-12; 2000-2008 [cited 2010 13-09]; Available from: http://sinais.salud.gob.mx/descargas/xls/m_005.xls.

28. Salud SdSDGdIe. Principales causas de mortalidad en edad preescolar (de 1 a 4 años). México2000-2008 [cited 2010 13-09]; Available from: http://sinais.salud.gob.mx/descargas/xls/m_007.xls.
29. Sowell AL, Huff DL, Yeager PR, Caudill SP, Gunter EW. Retinol, alpha-tocopherol, lutein/zeaxanthin, beta-cryptoxanthin, lycopene, alpha-carotene, trans-beta-carotene, and four retinyl esters in serum determined simultaneously by reversed-phase HPLC with multiwavelength detection. *Clin Chem*. 1994 Mar;40(3):411-6.
30. Gidding SS, Dennison BA, Birch LL, Daniels SR, Gillman MW, Lichtenstein AH, et al. Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners. *Pediatrics*. 2006 Feb;117(2):544-59.
31. Thurnham DI, Davies JA, Crump BJ, Situnayake RD, Davis M. The use of different lipids to express serum tocopherol: lipid ratios for the measurement of vitamin E status. *Ann Clin Biochem*. 1986 Sep;23 (Pt 5):514-20.
32. Great Britain. Committee on Medical Aspects of Food Policy. Panel on Dietary Reference Values., Great Britain. Dept. of Health. Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom : report of the Panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy. London: H.M.S.O; 1991.
33. Hicks JJ, Medina-Navarro R. Inhibitory capacity of human serum on induced microsomal lipoperoxidation. *Arch Med Res*. 1995 Summer;26(2):169-72.
34. Blois MS. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature* 1958;181:1199-200
35. Behrens WA, Thompson JN, Madere R. Distribution of alpha-tocopherol in human plasma lipoproteins. *Am J Clin Nutr*. 1982 Apr;35(4):691-6.
36. Carcelain G, David F, Lepage S, Bonnefont-Rousselot D, Delattre J, Legrand A, et al. Simple method for quantifying alpha-tocopherol in low-density+very-low-density lipoproteins and in high-density lipoproteins. *Clin Chem*. 1992 Sep;38(9):1792-5.
37. Esterbauer H, Gebicki J, Puhl H, Jurgens G. The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. *Free Radic Biol Med*. 1992 Oct;13(4):341-90.
38. Saremi A, Arora R. Vitamin E and cardiovascular disease. *Am J Ther*. 2010 May-Jun;17(3):e56-65.
39. Cherubini A, Vigna GB, Zuliani G, Ruggiero C, Senin U, Fellin R. Role of antioxidants in atherosclerosis: epidemiological and clinical update. *Curr Pharm Des*. 2005;11(16):2017-32.
40. Enos WF, Holmes RH, Beyer J. Coronary disease among United States soldiers killed in action in Korea; preliminary report. *J Am Med Assoc*. 1953 Jul 18;152(12):1090-3.
41. Kim YN, Lora KR, Giraud DW, Driskell JA. Nonsupplemented children of Latino immigrants have low vitamin E intakes and plasma concentrations and normal vitamin C, selenium, and carotenoid intakes and plasma concentrations. *J Am Diet Assoc*. 2006 Mar;106(3):385-91.
42. Ortega H, Castilla P, Gomez-Coronado D, Garces C, Benavente M, Rodriguez-Artalejo F, et al. Influence of apolipoprotein E genotype on fat-soluble plasma antioxidants in Spanish children. *Am J Clin Nutr*. 2005 Mar;81(3):624-32.
43. Giraud DW, Kim YN, Cho YO, Driskell JA. Vitamin E inadequacy observed in a group of 2- to 6-year-old children living in Kwangju, Republic of Korea. *Int J Vitam Nutr Res*. 2008 May;78(3):148-55.
44. Leonard PJ, Losowsky MS. Effect of alpha-tocopherol administration on red cell survival in vitamin E-deficient human subjects. *Am J Clin Nutr*. 1971 Apr;24(4):388-93.
45. Spannaus-Martin DJ, Cook LR, Tanumihardjo SA, Duitsman PK, Olson JA. Vitamin A and vitamin E statuses of preschool children of socioeconomically disadvantaged families living in the midwestern United States. *Eur J Clin Nutr*. 1997 Dec;51(12):864-9.
46. Drewel BT, Giraud DW, Davy SR, Driskell JA. Less than adequate vitamin E status observed in a group of preschool boys and girls living in the United States. *J Nutr Biochem*. 2006 Feb;17(2):132-8.
47. Campbell SE, Stone WL, Whaley SG, Qui M, Krishnan K. Gamma (gamma) tocopherol upregulates peroxisome proliferator activated receptor (PPAR) gamma (gamma) expression in SW 480 human colon cancer cell lines. *BMC Cancer*. 2003 Oct 1;3:25.
48. Ju J, Picinich SC, Yang Z, Zhao Y, Suh N, Kong AN, et al. Cancer-preventive activities of tocopherols and tocotrienols. *Carcinogenesis*. 2010 Apr;31(4):533-42.

Recibido: 06-10-2010

Aceptado: 19-01-2011

Heat-treated hull flour does not affect iron bioavailability in rats

Hércia Stampini Duarte Martino, Ariela Werneck de Carvalho, Cassiano Oliveira da Silva, Maria Inês de Souza Dantas, Dorina Isabel Gomes Natal, Sônia Machado Rocha Ribeiro, Neuza Maria Brunoro Costa.

Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil.

SUMMARY. In this study the chemical composition and iron bioavailability of hull and hull-less soybean flour from the new cultivar UFVTN 105AP was evaluated. The hemoglobin depletion-repletion method was used in Wistar rats. Soybean hull flour presented 37% more total dietary fiber and higher content of iron than hull-less soybean flour. The phytate:iron molar ratio, however, was 2-fold lower in the soybean hull flour in compared to the hull-less soybean flour. Animals fed soybean hull flour presented hemoglobin gains similar to those of the control diet group ($p>0.05$). The Relative Biological Values of hull and hull-less soybean flour were 68.5% and 67.1%, respectively, compared to the control group. Heat-treated soybean hull flour (150°C/30 minutes) showed high content of iron and low phytate, which favors the iron bioavailability. Thus, the soybean hull flour is a better source of dietary fiber and iron than hull-less soybean flour at comparable bioavailabilities.

Key words: Soybean flour, phytic acid, bioavailability, iron, fiber.

RESUMO. **Farinha de soja com casca tratada termicamente não diminui a biodisponibilidade de ferro em ratos** Neste estudo foram avaliadas a composição química e a biodisponibilidade de ferro das farinhas de soja com e sem casca do novo cultivar UFVTN 105AP. O método usado foi de depleção-repleção de hemoglobina em ratos Wistar. A farinha de soja com casca apresentou 37% a mais de fibra alimentar e maior teor de ferro ($p < 0.05$) do que a farinha sem casca. Entretanto, o teor de ácido fítico foi superior para a farinha sem casca. A razão molar fitato:ferro na farinha de soja com casca foi duas vezes menor do que a farinha de soja sem casca. O ganho de hemoglobina no grupo da farinha de soja com casca foi similar ao do grupo controle ($p > 0,05$). O Valor Relativo de Biodisponibilidade (VRB) da farinha de soja com casca e sem casca foram 68,5% e 67,1%, respectivamente, em relação ao sulfato ferroso (100%). A farinha de soja com casca submetida ao tratamento térmico (150°C/30 minutos) apresentou maior teor de ferro e reduzido conteúdo de fitato, favorecendo a biodisponibilidade de ferro. Assim, a farinha de soja com casca apresentou melhor fonte de fibra alimentar e ferro do que a farinha de soja sem casca de comparável biodisponibilidade.

Palavras chave: Farinha de soja, ácido fítico, biodisponibilidade, ferro, fibra alimentar.

INTRODUCTION

Heat treatment of soybeans is commonly performed prior to processing for flour production. However, there are no guidelines as to the best time and temperature to be applied to the grains to inactivate and/or reduce their anti-nutritional phytochemicals that are detrimental of those with functional effects, preserving its nutrients. A study with soybeans under wet extrusion found that the temperature of 126°C for 20 minutes reduced the content of antitrypsin factors improving protein quality. The temperature of 140°C for 20 minutes completely destroyed these antinutritional factors, but

reduced protein solubility to a level considered unacceptable (1).

The objective of the present study is to evaluate whether the heat treatment will provide improved bioavailability of iron, since the soybean is a source of inositol hexaphosphate (IP6). Thermal treatment may result in partial dephosphorylation of inositol hexaphosphate, producing intermediate compounds as inositol pentaphosphate (IP5), tetraphosphate (IP4), triphosphate (IP3), diphosphate (IP2) and monophosphate (IP1), where this is an advantage of adequate heat treatment since the concentration of IP5 and IP6 may be reduced, decreasing the negative effect on the mi-

neral bioavailability (2,3,4).

Comparative studies between hull-less soybean flour (heat-treated 80°C/20 min) made from a conventional cultivar (iron content of 4.5 mg/g), and hull-less soybean flour made from a non-conventional cultivar without two lipoxygenases, (iron content of 4.4 mg/g) showed that soybean flour made from the non-conventional cultivar, which had a higher phytate content, presented lower iron bioavailability (5). Silva et al. (6) observed an increase in protein quality of the soybean hull flours from conventional cultivars treated at 150°C/30 minutes, making the protein concentration similar to the cultivar without the trypsin inhibitor and greater than the cultivars without lipoxygenases.

Whole soybean kernels also have high dietary fiber content, but are not commonly used in soybean products. This is the case, for instance, of processed soybean flour in which the hull is removed. The production of soybean hull flour submitted to adequate thermal treatment would be a valuable strategy to increase dietary fiber consumption in the human diet. However, iron bioavailability could be reduced with the increase of dietary fiber and phytate in these new cultivars.

This study compared iron bioavailability in hull and hullless soybean flour from a new cultivar (UFVTN 105AP), taking into account dietary fiber and phytate content. Both types of soybean flour were produced and a biological assay using male Wistar rats was conducted, using a hemoglobin iron-depletion-repletion model (7). Thus, the use of soybean hull flour may make it viable to process the whole grain, increasing its nutritional value, as well as eliminating the initial hulling operational step in the industrial processing of the product, reducing costs.

MATERIALS AND METHODS

Raw material

UFVTN 105AP is a new cultivar developed by the Soybean Breeding Program of the Biotechnology Institute of the Universidade Federal de Vicosa (BIOAGRO/UFV), using a backcrossing method. It is a high protein content cultivar developed without the enzymes lipoxygenases (LOX1, LOX2 and LOX3). The recurrent parent used to develop UFVTN 105AP was the cultivar Monarca and the donor parents for LOX absence were Japanese cultivars devoid of LOX1, LOX2 or LOX3. The donor parent for high protein content

was the North American cultivar BARC-8. Two separate backcrossing programs were initially conducted, one for LOX absence (six backcrossing cycles) and one for high protein content (four backcrossing cycles). After these isolines were obtained, they were intercrossed and after four self-fertilized generations, plants without LOX and with high protein content were selected. Cultivar UFVTN 105 AP seeds were planted in the experimental field of COOPADAP (Alto Paranaíba Agricultural Coop) in São Gotardo, Minas Gerais, in November 2007, and harvested in April 2008.

Soybean flour preparation

The production of hull and hull-less soybean flour was carried out in three repetitions. On average 917 g of soybean hull flour and 869 g of hull-less soybean flour were produced from four kilograms of the grain for each repetition, removed from a total sample of 60 kg. The kernels were quickly washed with water, dried overnight at room temperature, and submitted to a temperature of 150°C for 30 minutes in a forced air circulation oven (Nova Ética®, Vargem Grande Paulista, Brazil), cooled and stored in polyethylene bags. For the production of soybean hull flour, the grains were ground in a knife mill and passed through a 20 mesh sieve (0.84 mm) (Telastem®, São Paulo, Brazil) using an electric shaker (W.S. Tyler®, Cleveland, EUA). For the production of hull-less flour, after being submitted a similar heating treatment the soybean grains were blended, in a semi industrial blender (Lucre®, Catanduva, Brazil), for short intermittent cycles to promote separation of the dried hulls. The hulls were discarded and the kernel particles were ground in a knife grinder (Brabender®, Rotary Mill model, Duisburg, Germany); 20 mesh flour (0.84 mm) was obtained using an automatic sieve shaker.

Chemical composition

Protein content levels were determined by the semi-micro Kjeldhal method. Ash levels were quantified by sample incineration in a muffle furnace (8). Carbohydrate content was determined by difference (9). Lipids were extracted with ethylic ether in a Soxhlet apparatus. Moisture was determined in a vacuum oven (105°C ± 1°C), until reaching constant weight (8). Total dietary fiber (TDF), soluble dietary fiber (SDF) and insoluble dietary fiber (IDF) were quantified using the AOAC enzymatic-gravimetric method

(10), with modification, i.e., SDF was obtained by the difference between TDF and IDF.

Iron content was quantified in samples, according to Gomes et al. (11) with modification, using nitric acid instead of nitric acid:perchloric acid mixture (3:1). One gram of each soybean flour sample was weighed and transferred into a digestion tube, and added 10 mL nitric acid. Digestion proceeded for 16 hours at 150°C. The tubes were removed from the digestion block to cool. The samples were uploaded to a 50 mL volumetric balloon and the tubes washed thrice with deionized water and shaken. Iron content was quantified by atomic absorption spectrophotometry (Varian®, São Paulo, Brazil).

Phytic acid

Phytic acid was quantified according to methodology described by AOAC (12) and the chromatographic method (ionic pair, Ultrasep ES 100 RP18, 2x250mm) proposed by Sandberg and Ahderinne (13). One gram of each type of soybean flour was weighed, and extraction was made with 20 mL of HCl 2.4% for 3 hours at room temperature. After centrifugation at 30.000 g for 30 minutes, 1 mL of the supernatant was diluted in 25mL water and injected in the column (0.7 x 15 cm) containing AG1-X8, resin 100-200 mesh). The column was washed with 25 mL water and 25 mL HCl 25 mM. The mioinositol phosphates were eluted with 20 mL of HCl 2M. The eluents obtained were evaporated to dryness and the residue was diluted in 1 mL water. Twenty micro-liters were injected into a High Performance Liquid Chromatograph (HPLC). The mobile phase consisted of formic acid: methanol: water: tetrabutyl-ammonium hydroxide (44:54.5:1.5 v/v); pH was adjusted to 4.25, and a mixture of mioinositol phosphate esters was used as standard.

Rat study

Seventy-two male Wistar rats (*Rattus norvegicus*, albinus variety, Rodentia class from the Central Biotechnology of the Universidade Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brazil), 21-day weanlings, with initial weight ranging from 50-60 g, were individually kept in stainless steel cages under controlled room temperature (21°C ± 1°C) and 12 hour photoperiod for 14 days.

The depletion-repletion hemoglobin method was applied to determine iron bioavailability according to the AOAC technique (7), with a modification to the

depletion phase which lasted three weeks, instead of four. This time was sufficient to produce anemia in the rats (6mg/dL), based on the results of previous studies in our laboratory.

Depletion phase

The animals were fed a modified AIN-93G diet (14), recommended to growing phase rats, using salt mix (Fe-free) (Table 1) and deionized water ad libitum, during 21 days to induce anemia.

Repletion phase

The anemic rats were systematically assigned to groups (n=8) according to their hemoglobin rate to obtain groups with close means. One group was fed the control diet (Ferrous Sulfate), and two other groups were fed the diets tested: soybean hull flour, and hull-less soybean flour, each containing three levels of iron (6, 12 and 24 ppm). The diets were prepared according to the AIN-93G (14) with modifications. The repletion diets were formulated by stipulating the amount of hull and hull-less soybean flour as the source of iron (6, 12 and 24 mg/kg diet). The contents of protein, dietary fiber, carbohydrate and lipid provided by both types of soybean flour were calculated to balance the ingredients provided by the AIN-93G diet (Table 1). The ingredients were individually weighed and hand mixed using demineralized plastic tools and mixed in a quasi-industrial mixer (Lieme®, São Paulo, Brazil) at low rotation over 15 minutes. The diets were stored in polyethylene bags under refrigeration at 10°C.

The rats were fed a dose of 16 g/day per repletion diet during 14 days, and deionized water ad libitum. The hemoglobin concentrations were measured again to determine the Relative Biological Value (RBV). The RBV was estimated based on the ratio between the angular coefficient of the slope obtained for hull and hull-less soybean flour and the coefficient of the straight line for the standard diet containing ferrous sulfate. Thus, the control group (ferrous sulfate) was considered equal to 100%, and the relative value of the bioavailability of the hull and hull-less soybean flour was calculated.

Hemoglobin analysis

Hemoglobin levels were determined at the beginning and end of the repletion phase, to calculate hemoglobin gain using the cyanometahemoglobin

TABLE 1
Experimental diets composition per 100g.

| | Depletion phase AIN93-G | Repletion phase | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| | | Ferrous Sulfate | | | Hull soy flour | | | Hulless soy flour | | |
| | | 6 ppm | 12 ppm | 24 ppm | 6 ppm | 12 ppm | 24 ppm | 6 ppm | 12 ppm | 24 ppm |
| Albumin (g) | 20 | 20 | 20 | 20 | 14.1 | 8.1 | - | 15.8 | 11.6 | 3.1 |
| Dextrinized cornstarch (g) | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| Sucrose (g) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Soy oil (g) | 7 | 7 | 7 | 7 | 4.9 | 2.9 | - | 5.6 | 4.1 | 1.2 |
| Micro crystalline Cellulose (g) | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.2 | 3.5 | 2.0 | 3.9 | 2.8 | 0.7. |
| Hull soy flour (g) | - | - | - | - | 10.4 | 20.7 | 41.5 | - | - | - |
| Hulless soy flour (g) | - | - | - | - | - | - | - | 7.8 | 15.6 | 31.2 |
| Mineral mix AIN-93G (Fe-free) (g) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| Vitamin mix AIN-93G (g) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| L-Cystine (g) | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Choline Bitartrate (g) | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Corn starch (g) | 39.8 | 39.8 | 39.8 | 39.8 | 38.1 | 36.5 | 28.3 | 38.7 | 37.6 | 35.5 |
| Fe ₂ SO ₄ .7 H ₂ O (mg) | - | 2.98 | 5.96 | 11.9 | - | - | - | - | - | - |
| Caloric density (cal/g) | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.6 | 3.6 | 3.5 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |

method (Labtest®, Sete Lagoas, Brazil) according to the AOAC (8). Blood samples were collected by tail bleeding. A volume of 20 µL of blood was added to 5 mL of Drabkin's color reagent. The hemoglobin levels were quantified by UV-visible spectrophotometry at 540nm (Shimadzu®, Kyoto, Japan).

Statistical analysis

The results were analyzed using the Statistical Analysis Systems - SAS (15) software program, version 9.1, licensed by the Universidade Federal de Viçosa. The chemical composition data were analyzed by the ANOVA test, with the exception of dietary fibers and carbohydrates. The qualitative data were analyzed by the F test, by ANOVA at 5% probability. The Duncan test was used to evaluate the differences among the averages of the treatments. For quantitative data of he-

moglobin gain at different levels, the F test was used by ANOVA, followed by regression analysis (16).

The animal studies conducted to evaluate iron bioavailability complied with the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (17) and were approved by the Ethical Committee of Animal Experimentation (CETEA) of the Universidade Federal de Minas Gerais, nº 252/2008.

RESULTS

The hull and hull-less soybean flour samples showed similar ($p>0.05$) lipid, ash, and humidity contents: however protein, IP6, IP5 and IP4 contents were higher ($p<0.05$) for the hull-less soybean flour. Iron content was higher ($p>0.05$) in the soybean hull flour. The phytate: iron molar ratio was two times lower for the

soybean hull flour than for the hull-less soybean flour. The concentration of total dietary fiber, soluble and insoluble, was 37.33 and 64% greater in the soybean hull flour, respectively (Table 2).

The control and test groups treated with 6, 12 and 24 ppm iron did not present significant difference between the diet consumed and FER ($p > 0.05$). The weight gain of the control group was lower ($p < 0.05$) than that of the groups treated with the soybean hull flour and hull-less soybean flour at the levels of 6, 12 and 24 ppm (Table 3).

The depletion phase of three weeks was sufficient to produce anemia in the animals, with hemoglobin less than or equal to 6mg/dL (Table 3). In the repletion period, hemoglobin of the animals treated with diets containing hull and hull-less soybean flour at the levels of 6 and 12 ppm was similar to that of the control group (ferrous sulphate). However, the soybean hull flour at the concentration of 24 ppm promoted the best repletion of hemoglobin compared to the hull-less flour. The potential for repletion of hemoglobin gain by the soybean hull flour was similar to ferrous sulphate (Table 3).

TABLE 2
Chemical composition and phytate:iron molar ratio of soybean hull flour and hullless soybean flour.

| Composition | g/100g | Soybean hull flour | Hull-less soybean flour |
|----------------------------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|
| Protein | | 43.2 ^b ± 1.11 | 45.9 ^a ± 1.16 |
| Lipids | | 18.6 ^a ± 1.11 | 19.0 ^a ± 1.17 |
| Ash | | 5.0 ^a ± 0.07 | 4.9 ^a ± 0.03 |
| Moisture | | 6.4 ^a ± 0.02 | 7.6 ^a ± 0.03 |
| Carbohydrate | | 12.9 | 15.3 |
| Total dietary fiber | | 9.85 | 7.20 |
| Insoluble dietary fiber | | 8.49 | 6.37 |
| Soluble dietary fiber | | 1.36 | 0.83 |
| Iron (mg/100 g) | | 6.8 (4,6) ^{#a} ± 0.37 | 4.4 (3,0) ^{#b} ± 0.24 |
| Inositol hexaphosphate (µmol/g) | | 10.1 ^b ± 0.10 | 12.7 ^a ± 0.12 |
| Inositol pentaphosphate (µmol/g) | | 4.6 ^b ± 0.06 | 6.32 ^a ± 0.12 |
| Inositol tetraphosphate(µmol/g) | | 2.3 ^b ± 0.10 | 3.2 ^a ± 0.10 |
| Inositol triphosphate (µmol/g) | | 1.1 ^a ± 0.10 | 1.3 ^a ± 0.10 |
| Phytic acid:Iron molar ratio | | 12:01 | 24:01:00 |

* Means followed by the same letter in the same column do not differ between itself by ANOVA, 5% of significance #Bio-available iron = total iron x relative iron bioavailability (hull and hull-less soybean flour, 68.5% e 67.1%, respectively).

TABLE 3
Weight gain, hemoglobin levels of rats and food efficiency ratio (FER) and of diets with 6, 12 and 24 ppm of iron in the repletion phase.

| Group | Test meal iron (ppm) | Weight gain* (g) | FER* | Initial hemoglobin* (mg/dL) | Final hemoglobin* (mg/dL) |
|--------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Control (FeS04) | 6 | 45.00 ^b ± 13.34 | 0.20 ^a ± 0.062 | 6.11 ^a ± 1.79 | 6.54 ^a ± 1.19 |
| Hull soy flour | 6 | 52.67 ^{ab} ± 7.76 | 0.26 ^a ± 0.052 | 5.60 ^a ± 0.97 | 6.25 ^a ± 0.48 |
| Hullless soy flour | 6 | 55.38 ^a ± 7.11 | 0.27 ^a ± 0.054 | 5.93 ^a ± 1.09 | 6.01 ^a ± 0.89 |
| Control (FeS04) | 12 | 38.43 ^b ± 9.43 | 0.20 ^b ± 0.059 | 6.10 ^a ± 1.42 | 7.36 ^a ± 1.23 |
| Hull soy flour | 12 | 64.88 ^a ± 7.43 | 0.31 ^a ± 0.053 | 5.96 ^a ± 1.15 | 6.90 ^a ± 1.07 |
| Hullless soy flour | 12 | 59.38 ^a ± 9.61 | 0.27 ^a ± 0.040 | 5.95 ^a ± 1.07 | 7.00 ^a ± 0.87 |
| Control (FeS04) | 24 | 51.75 ^b ± 8.58 | 0.24 ^b ± 0.045 | 5.98 ^a ± 1.26 | 8.80 ^a ± 0.95 |
| Hull soy flour | 24 | 65.00 ^a ± 6.57 | 0.29 ^a ± 0.032 | 5.94 ^a ± 1.11 | 8.14 ^{ab} ± 0.66 |
| Hullless soy flour | 24 | 66.50 ^a ± 7.62 | 0.29 ^a ± 0.043 | 5.93 ^a ± 1.04 | 7.70 ^b ± 0.78 |

* Means followed by the same letter in the same level (iron concentration) do not differ between itself by Duncan test, 5% of significance.

Hemoglobin gain did not differ ($p>0.05$) among the experimental groups (date not showed). The relative iron bioavailability for hull and hull-less soybean flour was 68.5% and 67.1%, respectively, compared to ferrous sulfate (100%) (Figure 1). Soybean hull flour presented an iron concentration of 6.8 mg per 100 g, 4.6 mg of which is bio-available (Table 2).

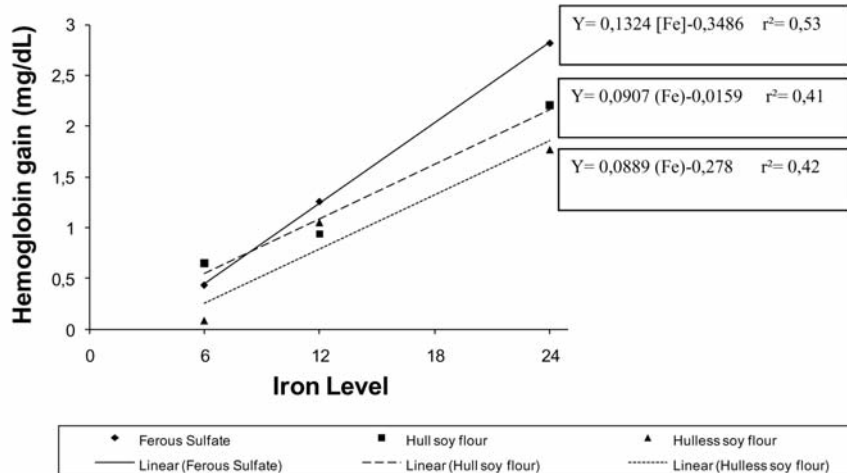


FIGURE 1
Hemoglobin gain of animals treated with ferrous sulfate, hull and hull-less soybean flour.

DISCUSSION

The high protein content found in soybean flours indicated that soybean is a good protein source with a concentration higher than that found by Esteves et al. (18). Despite the presence of the hull having decreased the concentration of protein in soybean meal, the protein efficiency can be improved by heat treatment. Silva et al. (6) found that soybean meal with hulls in which the grains were treated at 150 °C for 30 minutes presented better indices of protein quality than those without the hull and treated at 130°C for 30 minutes.

The concentration of dietary fiber from soybean hull flour is within the range found by Redondo-Cuenca et al. (19), between 9.19% and 16.5%. However, Esteves et al. (18) encountered lower values of dietary fiber in soybean meal without hulls. The recommendation for dietary fiber is 15 g/1000 kcal per day (20), thus 100 g of soybean hull flour provides 40% of the daily recommendation, being a good source of dietary fiber.

The processing of soybeans for hull flour prepara-

tion increased the concentration of iron and reduced the quantity of IP6, IP5 and IP4. This resulted in the reduced phytate:iron molar ratio that was two times lower for the soybean hull flour than for the hull-less soybean flour. Removal of the hull increased the concentration of inositol phosphates, by the fact that it is in greater concentration in the protein fraction of the cotyledon (21).

Although food consumption did not differ between experimental groups, the weight gain was lower in the control groups. Ferrous sulfate in the control diets may have caused increase in intestinal transit and consequent reduction of nutrient absorption (22, 23).

The potential for the repletion of hemoglobin gain of the soybean hull flour was similar to ferrous sulphate. This result is important as evidence shows that whole grain products reduce mineral bioavailability due to their high content of anti-nutritional factors, such as fibers and phytates (5, 21, 24).

The comparison of the two types of flour showed that, although presenting 37% more of total dietary fiber, soybean hull flour had around 22% lower levels of inositol penta and hexaphosphates, the main inositol forms affecting iron bioavailability (25). A previous study of our group showed that a soybean cultivar with higher phytate content presented lower iron and zinc bioavailability (5).

In fact, phytic acid is said to be structurally integrated with proteins and/or minerals in the complex form (26), being more concentrated inside the grain than in the external tissue. This would explain the high phytic acid content in hull-less soybean flour, which can negatively affect iron bioavailability.

Phytate: mineral molar ratios are useful to predict their inhibitory effect on mineral bioavailability (27). Phytate:iron molar ratio > 1 was found to impair iron bioavailability (28), while Saha et al. (29) found that phytate:iron molar ratio >14 decreased iron bio-availability in wheat flour.

In this study, hull soybean flour presented a

phytate: iron molar ratio of 12:1, while hull-less soybean flour achieved (24:1). Such difference may explain the higher iron bioavailability for hulled soybean flour. The lower the molar ratio presented, the lower the linking strength between phytate and iron.

Another factor that may have optimized the relative iron bioavailability of hull and hull-less soybean flour in relation to ferrous sulphate was the thermal treatment applied. A previous study in our laboratory applying different heating treatments showed that temperature of 150°C over 30 minutes was more efficient, promoting a lower urease index (unpublished data), an indicator of inactivation of anti-nutritional factors (30).

CONCLUSIONS

Soybean hull flour submitted to the heating treatment of 150°C for 30 minutes resulted in a good source of dietary fiber and iron, with a lower concentration of phytate and thus a lower phytate:iron molar ratio than the hull-less soybean flour. Iron bioavailability of the soybean hull flour was comparable to ferrous sulfate. Thus, the soybean hull flour is a nutritious source of dietary fiber and iron and allows for elimination the initial hulling step in the industrial processing of soybean flour.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Ralph Greiner Biological Molecular Centre and the Federal Research Centre for Nutrition and Food, Germany, for their assistance in phytate analysis.

REFERENCES

1. Perilla NS, Cruz MP, de Belalcázar F, Diaz GJ. Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soybeans for broiler chickens. *Br Poultry Sci* 1997, 38(4): 412-416.
2. Davidsson L, Dimitriou T, Walczyk T, Hurrell RF. Iron absorption from experimental infant formulas based on pea (*Pisum sativum*)-protein isolate: the effect of phytic acid and ascorbic acid. *Br J Nutr* 2001, 85: 59-63.
3. Hurrell RF, Reddy MB, Juillerat MA, Cook JD. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr* 2003, 77: 1213-1219.
4. Troesch B, Egli I, Zeder C, Hurrell RF, Pee S, Zimmermann MB. Optimization of a phytase-containing micronutrient powder with low amounts of highly bioavailable iron for in-home fortification of complementary foods. *Am J Clin Nutr* 2009, 89: 539-544.
5. Martino HSD, Martin BM, Weaver CM, Bressan J, Esteves EA, Costa NMB. Zinc and Iron Bioavailability of Genetically Modified Soybeans in Rats. *J Food Sci* 2007, 72: 2413-2420.
6. Silva CO, Andrade GF, Dantas MIS, Costa NMB, Peluzio MCG, Martino HSD. Influência do processamento na qualidade protéica de novos cultivares de soja destinados à alimentação humana. *Rev Nutr* 2010, 23(3).
7. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 14th ed. Washington, D.C. 1984.
8. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC International. 16th ed. Maryland, 1997.
9. Brasil. Ministério da Saúde. ANVISA. Regulamento técnico para rotulagem obrigatória de alimentos e bebidas embalados. Resolução RDC nº 40 de 21 de março de 2001: Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
10. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Washington, D.C. 1992. p.136-138 (suppl 3).
11. Gomes JC, Silva MHL, Silva CO. Análise de Alimentos. 2ª ed Revista e atualizada. Viçosa: FUNARBE, 2003. 153p.
12. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Washington, 1990.
13. Sandberg A, Ahderinne R. HPLC method for determination of inositol tri-, tetra, penta-, hexaphosphates in foods and intestinal contents. *J Food Sci* 1986, 51: 547-550.
14. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GCJr. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76 rodent diet. *J Nutr* 1993, 123: 1939-1951.
15. SAS-Statistical Analysis Systems for Windows. Version 9.00. SAS Institute, Cary, North Carolina (Software), 2002.
16. Vieira S, Hoffmann R. Estatística Experimental. São Paulo, Brazil: Atlas, 1989. 179p.
17. Natl. Research Council Guide for the care and use of laboratory animals. Publication. No. 85. Washington, D.C.: NIH, 1985.
18. Esteves EA, Martino HSD, Oliveira FCE, Bressan J, Costa, NMB. Chemical composition of a soybean cultivar lacking lipoxygenases (LOX2 and LOX3). *Food Chem* 2010, 122: 238-242.

19. Redondo-Cuenca A, Villanueva-Suárez MJ, Rodríguez-Sevilla MD, Mateos-Aparicio I. Chemical composition and dietary fibre of yellow and green commercial soybeans (*Glycine max*). *Food Chem* 2006, 101: 1216-1222.
20. IOM. Institute of Medicine and Food & Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: National Academy Press, 2002.
21. Domínguez BM, Gómez MVI, León FR. Acido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *Arch Latinoamer Nutr* 2002, 52: 219-231.
22. Benoni G, Cozzolin L, Zambrieri D, Donini M, Del Soldato P, Caramazza I. Gastrointestinal effects of single and repeated doses of ferrous sulphate in rats. *Pharm Res* 1993, 27(1): 73-80.
23. Simmous WK, Cook JD, Bingham KC, Thomas M, Jackson J, Jackson M, Ahluwalia N, Kahn SG, Patterson AW. Evaluation of a gastric delivery system of iron supplementation in pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1993, 58: 622-626.
24. Chiplonkar SA, Agte VV. Predicting Bioavailable Zinc from Lower Phytate Forms, Folic Acid and Their Interactions with Zinc in Vegetarian Meals. *J Am Coll Nutr* 2005, 25: 26-33.
25. Lopez MAA, Martos FC. Iron availability: An updated review. *Int J Food Sci Nutr* 2004, 5: 597-606.
26. Stipanuk MH. Biochemical and physiological aspects of human nutrition. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co, 2000. 1007p.
27. Ma G, Jin Y, Piao J, Kok F, Guusje B, Jacobsen E.. Phytate, Calcium, Iron, and Zinc Contents and Their Molar Ratios in Foods Commonly Consumed in China. *J Agric Food Chem* 2005, 53: 10285-10290.
28. Hallberg L, Brune M, Rossander L. Iron absorption in man: Ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. *Am J Clin Nutr* 1989, 49: 140-144.
29. Saha PR, Weaver CM, Manson AC. Mineral bioavailability in rats from intrinsically labeled whole wheat flour of various phytate levels. *J Agric Food Chem* 1994, 42: 2531-2535.
30. Wiriyumpaiwong S, Soponronnarit S, Prachayawarakorn S. Comparative study of heating processes for full-fat soybeans. *J Food Eng* 2004, 65: 371-382.

Recibido: 08-11-2010
Aceptado: 23-02-2011

Estudio comparativo del consumo de aceite de oliva virgen o seje sobre el perfil lipídico y la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) del plasma de rata.

María Isabel Giacopini, Omaira Guerrero, Manuel Moya, Virgilio Bosch.

Instituto de Medicina Experimental, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela.
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas - Venezuela

RESUMEN. Nosotros comparamos los efectos del consumo de aceite de seje (*Oenocarpus bataua*), con respecto al de aceite de oliva virgen sobre la concentración de los lípidos del plasma y de la susceptibilidad de oxidación in vitro de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) en la rata Sprague Dawley. Dos grupos de 10 ratas macho, fueron alimentados ad libitum por un lapso de 8 semanas, con una dieta purificada que contenía 10g de aceite de seje u oliva/100 g de dieta (GS y GO respectivamente). Se extrajo la sangre a los animales previo ayuno de 14 horas. El plasma fue aislado por centrifugación, y las fracciones de lipoproteínas se separaron por ajuste de densidad y ultracentrifugaciones sucesivas. Las HDL de ambos grupos fueron oxidadas por incubación con iones de cobre. La diferencia de susceptibilidad de oxidación de las HDL fue estudiada midiendo la formación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) a las 3 horas. Las ratas del GO presentaron una disminución estadísticamente significativa en la concentración de los triglicéridos TG ($p<0.05$) comparada con las ratas del GS. Las HDL del GS experimentaron una disminución estadísticamente significativa de la susceptibilidad de oxidación de las HDL respecto a las HDL GO. Esto puede ser atribuido a la más baja concentración de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en las HDL GS comparado con las HDL del GO.

Palabras clave: *Oenocarpus bataua*, Oxidación de lipoproteínas, aceite de seje, aceite de oliva.

SUMMARY. Comparative study of the consumption of virgin olive oil or seje on lipid profile and oxidation resistance of high density lipoprotein (HDL) of rat plasma. We compared the effect of the consumption of seje oil (*Oenocarpus bataua*), with that of olive oil, on plasma lipids and susceptibility in vitro to oxidation of high density lipoprotein (HDL) in the rat. Two groups of ten male Sprague Dawley rats were fed ad libitum, for a lapse of eight weeks, with a purified diet with 10g of seje oil or olive oil/ 100 g of diet (GS and GO respectively). The animals were exsanguinated at the end of the experimental after a 14 hour fast. Plasma was isolated by centrifugation, and the fractions of lipoproteins were separated from the plasma by sequential ultracentrifugation. Rats of GO had a statistically significant lower concentration of TG ($p<0.05$) compared with GS group. HDL fractions in both groups were oxidatively modified by incubation with copper ions. Differences in the fractions susceptibilities to peroxidation were studied by measuring the formation of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) for 3 hours. HDL in GS had a statistically significant decrease in TBARS formation ($p<0.05$) relative to HDL of GO. This may be explained by the lower concentration of polyunsaturated fatty acids of HDL in GS compared with HDL in GO.

Key words: *Oenocarpus bataua* oxidation of lipoprotein, seje oil.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la velocidad de generación de especies reactivas de oxígeno, unido a una disminución de los mecanismos de defensa antioxidantes, conduce a un aumento en la concentración de radicales libres (RL), o estrés oxidativo, que constituye la base de la hipótesis oxidativa de la aterosclerosis (1). Estudios experimentales en modelos animales, epidemiológicos e investigaciones clínicas apoyan la hipótesis de que los cambios conformacionales de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de alta densidad (HDL) son causadas por la peroxidación lipídica, y que estas li-

poproteínas oxidadas (LDLox, HDLox) desempeña un papel causal e importante en la aterogénesis (2-4). La susceptibilidad de la LDL a la oxidación viene determinada por diversos factores endógenos y exógenos (5). Entre estos últimos, los factores nutricionales revisten especial importancia, como los tipos de ácidos grasos y compuestos antioxidantes de la dieta (6).

Estudios realizados en animales y en pacientes hipercolesterolémicos, señalan que el consumo de dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y pobres en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), enriquecen la LDL con ácido oleico y resultan lipoproteínas más resistentes a la oxidación y producen menos die-

nos conjugados (DC), peróxidos de lípidos (PL), o malondialdehído (MDA), respecto a LDL ricas en AGPI. Esto se atribuye a que los AGPI poseen mayor número de dobles enlaces susceptibles al ataque de los (RL), iniciadores de la reacción en cadena de peroxidación lipídica (7-8)

Además, recientes investigaciones han determinado que el consumo de aceite de oliva rico en ácido oleico, AGMI, tiende a reducir el riesgo cardiovascular relacionado con la concentración plasmática de TG, LDL-C, la relación LDL-C: HDL-C, y la susceptibilidad de oxidación de las LDL. (9-11)

Estas observaciones reafirman la importancia de las grasas de la dieta para la prevención de ECV, donde ha de considerarse el aceite de oliva como un componente nutricional importante de la misma, por su alto contenido de AGMI y de compuestos con propiedades antioxidantes.

En este sentido, estudios realizados sobre las características químicas, físicas y perfil de ácidos grasos (AG) de diferentes tipos de aceites de consumo humano en Venezuela, detectaron que un aceite extraído por etnias venezolanas de la pulpa del fruto de una palma silvestre denominada *Oenocarpus bataua*, anteriormente denominada *Jessenia bataua* (12), y llamada comúnmente en Venezuela "seje", (13), presenta una alta concentración del ácido oleico (80 g/100), lo que lo asemeja al aceite de oliva (14)

A pesar, que el aceite de seje posee características físico-químicas y composición de AG similares al aceite de oliva, que permiten recomendarla para consumo humano, no se dispone de información científica sobre su efecto sobre factores de riesgo cardiovascular. Siendo el propósito de esta investigación, comparar el efecto del consumo del aceite de seje con respecto al aceite de oliva, sobre el perfil lipídico y la susceptibilidad de oxidación in vitro de la fracción HDL de plasma de rata, con la finalidad de definir su utilidad desde el punto de vista de aceite con actividad antioxidante

MATERIALES Y METODOS

Animales y dietas.

En este estudio se utilizaron un total de 20 ratas machos de la cepa Sprague Dawley, con un peso promedio de 200 ± 20 g de peso. Los animales fueron colocados en jaulas individuales, y separados en dos

grupos de 10 ratas/grupos (GS- GO) y alimentados ad libitum por un lapso de ocho semanas.

La composición de la dieta experimental se muestra en la Tabla 1. La dieta de cada uno de los grupos contiene 10g/100 de aceite, siendo las fuentes de ácidos grasos los siguientes aceites: Grupo Seje (GS): aceite crudo de seje extraído mediante un procedimiento artesanal, que data de épocas anteriores a la conquista europea (14); de La Esmeralda, Druida Marahuaca, y Grupo Oliva (GO): aceite de oliva virgen comercial (Caracas, Venezuela). El consumo de la dieta y peso de los animales fue controlado diariamente durante el periodo que duró el experimento.

TABLA N°1
Composición de la dieta experimental.(g/100g)

| Componentes | Composición |
|---------------------------|-------------|
| Caseína | 22.47 |
| Almidón de maíz | 57.53 |
| Aceite (Seje u Oliva) | 10.0 |
| Bitartrato de colina | 0.2 |
| Mezcla de minerales (AIN) | 3.5 |
| Mezcla de vitaminas (AIN) | 1.0 |
| DL-metionina | 0.3 |

Recomendaciones de American Institute of Nutrition (AIN)

Índices de calidad.

Para las determinaciones de acidez y peróxidos, se siguió la metodología descrita en los reglamentos: de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), a las muestras de los aceites se les determinó: acidez libre oleica (titulación volumétrica, COVENIN, 1996b) e índice de peróxidos (COVENIN, 1998) (15-16)

Determinación de la concentración de tocoferoles en los aceites.

La determinación de los tocoferoles en los aceites, se hizo por cromatografía líquida (HPLC), según el método de la AOCS, Ce 8-89 (17). El equipo empleado para la separación y cuantificación de los tocoferoles fue un cromatógrafo de líquidos con un detector de arreglo de diodos marca Perkin Elmer modelo 235C, y una columna marca Alltech fase normal silica, 250 mm x 4,6 mm x 5 micrones. La fase móvil que se empleó en la separación fue una mezcla de n-hexano-

isopropanol 99,75:0,25 (v/v) con un flujo de 1 ml/min, y un volumen de inyección de 20 µL. Se empleó una longitud de onda de 290 nm.

Análisis de ácidos grasos

Los AG se extraen de acuerdo al método de Folch et al. (18). La composición de AG fue determinada por cromatografía gas/ líquido después de la transesterificación de los AG con una mezcla metanol/tolueno /ácido sulfúrico en proporción 86:10:4 e incubados por 90 min., a 80°C. (19). El porcentaje de los metil ésteres de los ácidos grasos (MAG) fueron determinados después de su separación utilizando un cromatógrafo de gases HP, modelo 6890 Plus GC, versión A.03.07; con una columna capilar recubierta interiormente de una película de cyanopropil 0, 2 µm, con una longitud de 100 m y un diámetro interno de 0.25mm (HP-88).

Obtención del plasma.

Después de ocho semanas, los animales previo ayuno de 14 horas, fueron anestesiados con Neosdonal (Specia-París-Francia) por vía intraperitoneal (5mg/100 g de peso corporal) y se extrajo la sangre por punción cardíaca. La sangre fue colectada en tubos con 10 µl/mL de EDTA al 10%, y centrifugada a 2000 g por 15 min a 10°C. El plasma obtenido se conservó bajo refrigeración a 4°C, hasta su procesamiento.

Aislamiento de las lipoproteínas del plasma.

Las diferentes fracciones de lipoproteínas del plasma VLDL (d<1.019 gr/ml), LDL (d= 1.019 – 1.063 gr/ml) y HDL (d= 1.063 –1.021 gr/ml) fueron separadas por ajuste de densidad con bromuro de potasio (KBr) y ultracentrifugaciones sucesivas por 20 horas a 40.000 rpm (100000 g) y temperatura 15°C utilizando una ultracentrifuga marca Beckman, modelo L5 – 55, y un rotor Spinco 50 Ti, como se ha descrito anteriormente (20).

Determinación de las variables bioquímicas

Se realizaron las determinaciones de triglicéridos totales y colesterol total y en las fracciones VLDL, LDL, y HDL por métodos enzimáticos-colorimétricos INVELAB.

Determinación del grado de oxidación.

Se determinó el grado de oxidación del plasma y de las HDL previo a la oxidación (21). Las fracciones

de HDL (n=10/Grupo) aisladas son desalinizadas (7). La concentración de proteínas, se determinó de acuerdo al método de Lowry modificado por Shacterlec y Pollack (22). La oxidación de las HDL se indujo por la adición de CuSO₄ (7µM) según método de Thomas, C., y col (23). A las 3 horas, se determinó el grado de oxidación de las HDL in vitro por el método propuesto por Kosugi, H y col (24). Los resultados son expresados como nmoles de SRTBA/mg de proteína.

Determinación del Índice de Peroxidabilidad (IP)

A partir de la composición de AG se calculó Índice de Peroxidabilidad (IP), el cual refleja la susceptibilidad de peroxidación considerando el potencial de oxidación de cada AG. (25)

$IP = (\% \text{ AGMI} \cdot 0.025) + (\% \text{ ácido dienoico} \cdot 1) + (\% \text{ de AG trienoico} \cdot 2) + (\% \text{ AG tetraenoico} \cdot 4) + (\% \text{ AG pentaenoico} \cdot 6) + (\% \text{ AG hexaenoico} \cdot 8)$

Análisis estadístico.

Los resultados son presentados como promedios ± desviación estándar (D.E.). Se utilizaron para el análisis estadístico de las variables estudiadas, la prueba ANOVA de un factor, y la comparación de las medias por la prueba de Turkey, considerándose significativo un valor de "p" inferior a 0,05.

RESULTADOS.

El peso promedio de las ratas alimentadas con las dietas que contenían 10 g/100 de aceite de seje u oliva, después de las ocho semanas, fue 409±16 y 427± 12 g respectivamente, no se observó diferencia significativa en el crecimiento de las ratas entre los grupos.

Los valores de acidez en las muestras correspondientes al aceite de seje y oliva estuvieron por debajo del 2%, que es el máximo establecido por la Norma para los aceites vírgenes de oliva. En cuanto al Índice de Peróxidos, los resultados mostraron valores inferiores al límite máximo permitido por la norma COVENIN para aceite oliva virgen (<20 meq O₂ Kg⁻¹) (Tabla2). De los cuatro isómeros del tocoferol solo se detectó el α- tocoferol, siendo la concentración en el aceite de oliva el doble de la del aceite de seje, 22 ppm y 11ppm respectivamente (Tabla 2).

El perfil de AG de los dos aceites indica que ambos presentan la misma concentración de ácido oleico, AGMI, diferenciándose en el porcentaje de los

TABLA 2
Características químicas de los aceites de seje y oliva virgen

| Característica | Aceite de Seje | Aceite de Oliva (V) |
|---------------------------------|----------------|---------------------|
| Índice de Acidez (% Ac. Oléico) | 0,70 ± 0,03 | 0,46 ± 0,03 |
| Índice Peróxido (meq/Kg) | 4.5±0.02 | 12.0 ±0.08 |
| α- tocoferol (ppm) | 11.0 | 22.0 |

Acidez aceite de oliva virgen 1 a 2% Ac. Oleico

Índice Peróxido de aceite de oliva virgen <20

AGPI linoleico y linolénico. El aceite de seje presenta una relación de W6/W3 de 6.04±0.33 a 13.06±0.38 en el aceite de oliva, proporción que se mantiene en la dieta y en la fracción de HDL (Tabla 3). Un hecho notorio es que la concentración de ácido araquidónico es menor en las HDL del GS respecto al GO y por lo tanto el IP de las HDL del GS es menor que el de las HDL GO (Tabla 3).

Los lípidos al final del estudio se muestran en la Tabla 4. Se observó, una diferencia estadísticamente

significativa entre la concentración de TG del GO respecto al GS ($p < 0.05$). No se detectaron sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (SRTBA), en el plasma y en las fracciones de HDL de las ratas post periodo experimental (resultados no mostrados). En la Tabla 5 se observa la marcada diferencia entre los valores promedios ± DE ($p < 0.05$), de la concentración de los productos de oxidación de las HDL de los GS y GO a las 3 horas de inducida la reacción con CuSO₄.

DISCUSIÓN

El aceite de seje presentó un valor de índice de acidez y de peróxidos inferiores a los valores permitidos por la Norma para el aceite de oliva virgen, así como un Índice de Peroxidabilidad menor lo que indica una mayor estabilidad frente a la oxidación que el aceite de oliva.

La diferencia de concentración del ácido araquidónico (C20:4 n-6) y docosahexanoico (C22-6 n-3) de las HDL de ambos grupos, obedece a la diferencia de concentración en las dietas de los precursores de estos AG, el ácido linoleico (C18:2, n-6) y el α- linolénico

TABLA N° 3
Composición de los ácidos grasos de los aceites- dietas y HDL de las Ratras. (g/100g)

| AG | Aceites | | Dietas | | HDL | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Seje | Oliva | Seje | Oliva | GS | GO |
| 16:00 | 8.43±0.09* | 11.38±0.04 | 11.81±0.15 | 11.98±0.3 | 26.88±0.40 | 26.65±0.16 |
| 18:00 | 3.13±0.01 | 3.54±0.06 | 3.06±0.03 | 3.75±0.04 | 11.25±0.21 | 11.28±0.09 |
| 18: 1 Cis | 81.18±0.06 | 81.01±0.01 | 75.06±1.41 | 74.07±0.02 | 35.23±0.46 | 34.90±0.21 |
| 18: 2 n-6 | 2.85±0.18* | 8.29±0.02 | 3.69±0.09* | 7.52±0.10 | 3.38±0.08* | 7.60±0.04 |
| 18: 3n-6 | 1.42±0.15* | 0.46±0.01 | 0.13±0.01* | 0.44±0.02 | 0.50±0.10 | 0.61±0.01 |
| 18:3 n-3 | 0.67±0.04 | 0.74±0.01 | 0.71±0.00 | 0.71±0.01 | 0.14±0.00 | 0.14±0.00 |
| 20:4 n-6 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.86±0.04* | 6.72±0.04 |
| 20:5 n-3 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.12 ±0.02 |
| 22: 6 n-3 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.46±0.00 | 0.42±0.01 |
| ∑AGS | 11.56±0.01 | 14.89±0.01 | 16.81±0.08 | 15.73±0.02 | 45.40±0.7* | 41.28±0.26 |
| ∑AGMI | 81.18±0.06 | 81.01±0.01 | 75.06±1.41 | 73.07±0.01 | 35.20±1.7 | 34.90±0.21 |
| ∑AGPI | 4.94±0.01* | 10.41±0.08 | 4.52±0.08* | 8.66±0.13 | 7.34±0.1* | 14.94±0.08 |
| W6/W3 | 6.04±0.33* | 13.06±0.38 | 5.19±0.08* | 11.28±0.06 | 13.56±0.73* | 25.91± 0.48 |
| IP | 9.10±0.60* | 13.65±0.06 | 7.23±0.04* | 11.67±0.16 | 22.65±0.20* | 39.07±0.16 |

Los valores de AG de los aceites y de las dietas representan la media ± DE (n= 3)

Los valores de las HDL representan la media ± DE de tres mezclas de (n= 9)

* Indica que existe diferencia significativa $p < 0.05$

IP es el Índice de Peroxidabilidad calculado a partir de la composición de AG.

TABLA 4
Concentración de lípidos en el plasma de las ratas (mg /dL)

| Grupo | C total | Triglicéridos | VLD-C | LDL-C | HDL-C |
|-------|-------------|---------------|------------|-----------|------------|
| Seje | 53.8 ± 9.5 | 51.2 ± 11.9* | 3.6 ± 0.5* | 3.3 ± 1.0 | 25.5 ± 6.5 |
| Oliva | 54.0 ± 13.3 | 39.6 ± 9.6 | 2.6 ± 2.7 | 3.4 ± 2.4 | 22.2 ± 5.1 |

Los valores representan el promedio ± DE (n = 10 por grupo)

(*) Indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, establecidos mediante la prueba ANOVA siendo significativo a $p < 0,05$.

TABLA 5
Grado de oxidación de la fracción HDL de plasma de rata con dieta al 10% aceite seje u oliva a las 3horas (nmoles TBARS/ mg de proteína)

| GRUPO | Seje | Oliva |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Grado de Oxidación (3horas) | 4 ± 0.94* | 14 ± 5.92 |

Los valores representan el promedio ± DE (n = 10 por grupo)

* Indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, establecidos mediante la prueba ANOVA, siendo significativo a $p < 0,05$.

(18:3, n-3) respectivamente. Este resultado concuerda con evidencias de que la síntesis de estos AG está influenciada por la cantidad y la relación de (C18:2, n-6) / (C18:3, n-3) en la dieta (26).

La disminución de la concentración de los TG por el consumo de aceite de oliva virgen es consistente con estudios previos. Se ha demostrado que el aceite de oliva contribuye a modular los procesos metabólicos relativos a la secreción y al transporte de triglicéridos. (27) Además, existen evidencias de que el aceite de oliva genera lipoproteínas intestinales ricas en triglicéridos que se metabolizan con rapidez (28)

La ausencia de TBARS en el plasma y las fracciones de HDL de ambos grupos después del periodo experimental, nos permite concluir que hay un balance oxidativo/ antioxidativo en plasma y HDL antes de inducir la reacción de oxidación. Un hallazgo muy notorio e importante de este trabajo es en la menor susceptibilidad a la oxidación in vitro de las HDL del GS, en comparación a las HDL GO ($p < 0,05$). Todo esto muy de acuerdo con las diferencias que existen en cuanto al contenido de AGPI e IP de las dietas utilizadas y las HDL (7-9).

Estos resultados indican que el aceite de seje, a pesar de poseer una concentración de ácido oleico

igual al aceite de oliva, presenta una menor relación w6/w3 lo cual conduce a lipoproteínas con una concentración menor de linoleico y araquidónico. Esto nos hace pensar que el consumo de aceite de seje puede producir metabolitos con menos actividad inflamatoria que el aceite de oliva.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero recibido del CDCH (P.I 09-5621-2007). Así como la colaboración de la Dra. Julia Flores por la orientación prestada en la realización del mismo. Al Especialista de Servicios Analíticos Alexis Reyes del Laboratorio de Servicios Analíticos de Alimentos Polar por la determinación de tocoferoles en los aceites utilizados en la dieta.

REFERENCIAS

1. Navab M, Ananthramaiah GM, Reddy ST, Van Lenten BJ, Ansell BJ, Fonarow GC, Barter PJ The oxidation hypothesis of atherogenesis: the role of oxidized phospholipids. The regulation and remodeling of HDL by plasma factors. *Atherosclerosis* 2002; 3:39-47.
2. Witztum JL, Steinberg D. The oxidative modification hypothesis of atherosclerosis: does it hold for humans? *Trends Cardiovasc Med.* 2001; 11:93-102.
3. Aviram M. Modified forms of low density lipoprotein and atherosclerosis. *Atherosclerosis* 1993; 98: 1-9.
4. Streinbrecher UP, Zhang H, Loughheed M. Role of oxidative modified LDL in atherosclerosis. *Free Radical Biology y Medicine* 1990; 9: 155 – 168.
5. Diplock AT. Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview. *Am. J. Clin Nutr.* 1991; 53: 189 S - 193 S.
6. Esterbauer H, Jürgens G, Quehemberger O, Koller E. Autoxidation of human low density lipoprotein : loss of polyunsaturated fatty acids and vitamin E and generation of aldehydes. *J lipid Res.* 1987; 28: 495 –509.
7. Giacopini MI, Bosch V. Oxidación de las lipoproteínas de alta y baja densidad del plasma humano y su correlación con la composición de ácidos grasos de los fosfolípidos. *Revista de la Facultad de Medicina.* 2002; 25: 10-12
8. Giacopini MI, V. Bosch; Efecto del consumo de dietas con aceite de palma- girasol o pescado sobre la oxidación de las lipoproteínas LDL-HDL del plasma de rata. *Anales Venezolanos de Nutrición* 2008; 21: 20-24.
9. Bonanome A, Pagnan A, Biffanti S, Opportuno A, Sor-

- gato F, Dorella M, Maiorino M and Ursini F. Effect of dietary monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on the susceptibility of plasma low density lipoproteins to oxidative modification. *Arterioscler. Tromb. Vasc. Biol.* 1992;12: 529-533
10. Lòpez J , Baderion L, Bonanome A, Lairon D, Kris-Etherton P, Mata P, Perèz-Jimenez F. Monounsaturated fat and cardiovascular risk. *Nut Rev.* 2008; 64: S2-S12
 11. Ruiz-Gutierrez V, Morgado N, Prada JL, Pérez-Jiménez F y Muriana FJ: Composition of human VLDL triacylglycerols after ingestion of olive oil and high oleic sunflower oil. *J Nutr.* 1998; 128:570-576
 12. Montúfar R, Pintaud J. Estatus taxonómico de *Oenocarpus bataua* (Euterpeae, Arecaceae) inferido por secuencias del ADN cloroplástico. *Rev. Perú. Biol.* 2008; 15(supl. 1): 073- 078
 13. Hoyos JF. Palmas de Venezuela. Caracas: Soc.de Ciencias Naturales La Salle; 1989.
 14. Navas P, Briceño J. Comparación de las características químicas, físicas y perfil de ácidos grasos de los aceites de seje, oliva, maíz y soja. *Rev. Fac. Agron.* 2005; 31:109 -
 15. COVENIN. 1996b. Aceites y grasas vegetales, Norma No 325: Determinación de la acidez. Comisión Venezolana de Normas Industriales, Caracas.
 16. COVENIN. 1998. Aceites y grasas vegetales, Norma No 508: Determinación del índice de peróxidos. Comisión Venezolana de Normas Industriales, Caracas.
 17. American Oil Chemists' Society. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC. Uniform Methods Committee. AOCS Official Method Ce 8-89. AOCS, 1993Champaign, IL.
 18. Folch, J, Lees, M. Y Sloane, G.H; A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol: Chem.* 1957; 228: 497 --509
 19. Lepage G, Roy C. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction *Journal of Lipid Research*, 1986; 27: 114-120.
 20. Havel, R., Eder, H.A., y Bragdon, J.H. The distribution and chemical composition of ultracentrifugally separated lipoproteins in human serum. *J Clin Invest.* 1955; 4: 1345 –1353.
 21. Feldman E. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) Assay. Animal Models of Diabetic Complications Consortium (AMDCC) Protocols. Disponible en <http://www.amdcc.org/shared/showFile.aspx?doctypeid=3&docid=33>
 22. Schacterle G Y Pollack R. A simplified method for the quantitative assay of small amounts of protein in biological material. *Anal. Biochem.* 1973; 51: 654 – 6655.
 23. Thomas, C.E., y Jackson, R.L. Lipid hhydroperoxide involvement in copper – dependent and independent oxidation of low density lipoproteins. *J. Pharmacol – Exp. – Ther.* 1991; 256: 11182 – 1188.
 24. Kosugi, H., Kojima, T., y Kikugawa, K. Characteristics of the Thiobarbituric acids reactivity of oxidized fats and oils. *JAOCS.* 1991; 68:51 –55.
 25. Witting L A , Horwitt MK. Effects of degree of fatty acids unsaturation in tocopherol deficiency –induced Creatinuria .*J of nutrition.* 1964; 82:20-33
 26. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. Estudio. FAO Alimentación y Nutrición – ROMA 1997
 27. Heeren, J., Niemeier, A., Merkel, M., Beisigel, U. Endothelial-derived lipoprotein lipase is bound to postprandial triglyceride-rich lipoproteins and mediates their hepatic clearance in vivo. *J. Mol. Med.* 2002; 80:576-584.
 28. Pacheco Y, Bermúdez B, López S, Abia R, Muriana F. Blood transport and genomic effects of olive oil components. *Grasas y Aceites* .2004; Vol. 55. 11-23

Recibido: 17-06-2010

Aceptado: 02-06-2011

Increase of plasma fatty acids without changes in n-6/n-3-PUFA ratio in asymptomatic obese subjects.

Jerusa Brignardello, Pamela Morales, Erik Diaz, Oscar Brunser, Martin Gotteland.

Laboratory of Microbiology and Probiotics and Laboratory of Energetic Metabolism, Institute of Nutrition and Food Technology (INTA), Univ. of Chile, Santiago, Chile.

SUMMARY. Obesity is associated with a low grade inflammation which contributes to the development of insulin resistance and diabetes. The aim of this study was to assess the total saturated (SFAs), monounsaturated (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in plasma from asymptomatic obese subjects and to determine the arachidonic/eicosapentanoic acid ratio [ARA/EPA] as a marker of inflammation, and its eventual association with ultrasensitive CRP. Fourteen obese (34.4 ± 11.1 y.; BMI: $36.0 \pm 4,5$ kg/m²) and 12 normal-weight (30.6 ± 7.8 y.; BMI: $23,6 \pm 2,4$ kg/m²) subjects were recruited and their plasma fatty acids were determined by gas chromatography. usCRP was higher in the obese subjects ($p=0,01$) and correlates with their body fat content. The percentages of SFAs, MUFAs, PUFAs were not affected in the obese subjects but their concentrations were increased, compared with the control group. However, no differences in the long chain PUFAs (DHA and EPA) concentrations or in the plasmatic ARA/EPA ratio were observed in these subjects. These observations do not support a relation between the ARA/EPA ratio and the presence of low grade inflammation evaluated by plasma usCRP in this group of asymptomatic obese subjects.

Key words: Obesity; inflammation, polyunsaturated fatty acids; arachidonic acid, eicosapentanoic acid; docosahexaenoic acid.

RESUMEN Aumento de las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos sin cambio en el ratio de n-6/n-3 PUFA en sujetos obesos asintomáticos. La obesidad está asociada con una inflamación de bajo grado que contribuye al desarrollo de la insulino-resistencia y de la diabetes. El objetivo de este estudio fue evaluar las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) en sujetos obesos asintomáticos y determinar el ratio ácido araquidónico/ácido eicosapentanoico [ARA/EPA] como un posible marcador de inflamación, con su eventual asociación con los niveles de proteína C reactiva ultrasensible (PCRus). Se reclutaron 14 sujetos obesos ($34,4 \pm 11,1$ años; índice de masa corporal: $36,0 \pm 4,5$ kg/m²) y 12 normopeso ($30,6 \pm 7,8$ años; índice de masa corporal: $23,6 \pm 2,4$ kg/m²); las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos fueron determinados por cromatografía de gases. Los niveles de PCRus fueron más elevadas en los sujetos obesos ($p=0,01$) y correlacionaron con el contenido de grasa corporal. Los porcentajes relativos de AGS, AGMI, AGPI no se vieron afectados en los sujetos obesos, pero sus concentraciones plasmáticas se incrementaron en comparación con el grupo control. Sin embargo, no se observaron diferencias en las concentraciones de PUFAs de cadena larga (DHA, EPA y ARA) ni en el ratio ARA/EPA en los sujetos obesos. Estas observaciones no apoyan el uso del ratio ARA/EPA como un marcador de inflamación de bajo grado evaluada por PCRus en este grupo de sujetos obesos asintomáticos.

Palabras clave: Obesidad, inflamación, ácidos grasos poliinsaturados, ácido araquidónico, ácido eicosapentanoico, ácido docosahexaenoico.

INTRODUCTION

Obesity is currently one of the main problems of public health in the world including developing countries (1). In Chile, its prevalence is currently of 7 % in children lower than 6 years of age, 17 % in school-age children and more than 25% in adults; this means that more than half of the Chilean population is overweight and about 3,4 millions persons are obese, resulting in a high burden for the society (1, 2). Obesity is associated with a low grade, silent, inflammation which contributes to the development of insulin resistance,

type-II diabetes, metabolic syndrome and cardiovascular diseases (3). One of the factors related to this process is the increasing mass of the adipose tissue, characterized by the presence of hypertrophied adipocytes, the infiltration of activated macrophages and the release into the circulation of pro-inflammatory mediators that increase the expression of acute phase proteins such as C-reactive protein (CRP) (3, 4). Plasma ultrasensitive CRP (usCRP) is considered as a clinical marker of low grade inflammation, however it is not very selective as it can be raised in other clinical conditions. concentrations may increase due to

other causes. Other factor implicated in the development of this inflammatory process is the plasma fatty acid (FA) composition which, in the short term, is influenced to some extent by the amount and quality of dietary fats (5-7). High proportions of long-chain polyunsaturated FAs (LC-PUFAs) and low proportions of saturated FAs (SFAs) in the diet have been associated with improved insulin function (6, 7). In addition, n-3-LC-PUFAs such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) are considered as potential anti-inflammatory agents due to their capacity to modulate cytokine release and the metabolism of adipose tissue and its inflammatory profile while n-6-LC-PUFAs such as arachidonic acid (ARA) are considered as proinflammatory (8, 9). In consequence, dietary fat is qualitatively important in determining the equilibrium between n-6 and n-3 plasmatic FAs. Taking into account these observations, the ARA/EPA ratio has been proposed as a biomarker of inflammation (9); it has been recently observed, for example, that this ratio is increased in neurological disorders associated with silent inflammation such as autism and depression (10, 11). However, although an increase ARA/EPA ratio was observed during the development of inactivity-associated insulin resistance (12), data about its use in obese humans are scarce and controversial (13, 14). Taking into account the above considerations, we determined the plasma concentrations of fatty acids and their relative proportions in asymptomatic obese subjects and evaluate whether the eventual alteration of the ARA/EPA ratio correlates with the concentrations of usCRP.

MATERIALS AND METHODS

Subjects.

The protocol was approved by the Ethics Committee of INTA and an informed consent was obtained from all subjects. Asymptomatic obese (BMI>30 kg/m²) and normal weight (18.5 - 24.9 kg/m²) volunteers of either sex, non-smokers and between 18 and 50 years of age were recruited. The study protocol was approved by the Ethics Committee for Research in Humans of INTA, University of Chile, in compliance with the Helsinki Declaration. Informed consent was obtained from all subjects before inclusion in the protocol. Asymptomatic obese (BMI>30) and normal weight volunteers of either sex, non-smokers and bet-

ween 18 and 50 years of age were included in the study. Subjects with previous or currently associated chronic pathologies such as diabetes, nephropathies or liver cirrhosis were excluded from the study.

Anthropometrical and biochemical variables.

Anthropometric data were obtained from all the subjects and their whole body composition was determined by air displacement plethysmography (Bod-Pod, Body Composition System; Life Measurement Instruments, Concord, CA, USA), as previously described (10).

Blood samples were obtained in fasted individual to determine biochemical and lipid profiles as well as ultrasensitive C-reactive protein (usCRP). An aliquot of heparinized blood was centrifuged and sera were stored at -30°C until processed to characterize qualitatively and quantitatively the total plasma fatty acids and to determine the ratio between the n-6 and n-3 LC-PUFAs.

Fatty acid analysis.

Total lipids from plasma were extracted and subsequently purified according to Bligh and Dyer (11); methyl ester derivatives of the total lipids were prepared according to Morrison and Smith, using tricosanoic acid (23:0) as internal standard (12). Fatty acid analysis was performed by gas chromatography using a Hewlett Packard 5890 series II Plus gas chromatograph equipped with a split injector and a flame ionization detector. Samples were injected on a 30-meter DB-FFAP capillary column (J&W, Folsom, CA, USA), using hydrogen as carrier gas. The column temperature was increased from 140 to 240°C at 2°C/min and the detector temperature was 260°C.

Statistical analysis.

The statistical analysis was carried out by using the Statistica vs. 7.0 software package (StatSoft, Tulsa, OK, USA). Results were expressed as means with standard deviation. The Shapiro Wilk test was used to determine the normal distribution of the different variables. As most of them displayed a skewed distribution, means between groups were compared by non parametric test (Mann Whitney U test) and Spearman's rank test was used to determine correlations. Qualitative variables were compared by Chi-square. A p value <0.05 was considered as statistically significant.

RESULTS

12 controls and 14 obese volunteers were recruited in the study; their anthropometric and biochemical characteristics are shown in Table 1. As expected, most of the variables analyzed differed between the obese and control subjects; in particular, the usCRP level was significantly higher in the obese group compared with the controls ($p=0.01$) and a mild correlation was observed between their plasmatic usCRP and the percentage of body fat ($r=0.52$; $p<0.05$).

The plasma FA composition, expressed as percentage of total methyl-ester and concentrations ($\mu\text{g/ml}$), is shown in Table 2. Although the percentage of total SFAs did not change in the obese compared with the control subjects, their concentrations were increased by 39.6% ($p=0.004$), reflecting the respective increases of myristic (78.8%; $p=0.0008$), palmitic (43.5%; $p=0.004$) and stearic (25.9%) acids. Similarly, the percentage of total MUFAs was not altered in the obese subjects despite a slight increase in the percentage of palmitoleic ($p=0.017$); however, their plasmatic concentrations were significantly increased by 48.9% ($p=0.002$), due to the marked increase in palmitoleic (106.4%; $p=0.002$) and oleic (43.0%; $p=0.004$) acids. The percentage of total PUFAs did not differ in the obese compared with the control subjects, although the arachidonic and linoleic FAs percentages were slightly altered ($p=0.004$ and $p=0.005$, respectively). In these subjects, the plasma concentrations of total PUFAs were increased by 39.3% ($p=0.002$), reflecting the increase of linoleic acid (43.5%, $p=0.0005$), linolenic acid (104%; $p=0.0003$) and, in a minor proportion, of di-homo- γ -linolenic acid (34.9%), while ARA concentrations remained unchanged. Neither the percentage of EPA and DHA nor their plasmatic concentrations were affected in the obese subjects compared with the controls. As a consequence of these results, the n-6/n-3 PUFAs and the PUFAs/SFAs ratio were similar in both groups, as well as the ARA/EPA ratio. A moderate positive correlation was observed between usCRP levels and total SFA concentrations ($r=0.48$; $p<0.05$) ratio.

DISCUSSION

This study was carried out to evaluate whether the association between systemic low-grade inflammation and changes in FA composition and concentration in

asymptomatic obese subjects. The presence of a low grade inflammation in these subjects was confirmed by the higher levels of usCRP, which positively correlated with their percentage of body fat mass, as observed in other studies (5-7).

On the other hand, plasmatic FAs, which reflects to some extent the amounts and composition of body stores and dietary fat (amount and quality of ingested fatty acids), seems to be linked to inflammatory activity in overweight individuals (5, 6). In this respect, a high LC-PUFAs/SFAs ratio has been associated with lower inflammation and improved insulin action. The n-6/n-3 LC-PUFAs ratio and more particularly the ARA/EPA ratio have also been proposed as markers of the inflammatory status. ARA is generally related to inflammatory processes due to its ability to modulate the production and release of pro-inflammatory eicosanoids and cytokines while EPA and DHA contributes to the endogenous formation of resolvins and protectins, molecules which are involved in the resolution of inflammatory processes (13). In consequence, the concentrations and plasmatic profiles of FAs may be important to determine the intensification or the improvement of the low-grade inflammation in the obese subjects. Our results show that there was virtually no difference among the different FAs when expressed as percentages of total methyl-esters, which implies that their proportion is conserved despite their higher amount in the obese group as compared to the normal-weight controls. However, when these results were expressed as plasmatic concentrations, important differences were observed between both groups. The increased amount of circulating SFAs, MUFAs and PUFAs in the obese group may be explained by the fact that these subjects have larger stores of FAs in adipose tissue and/or because their intake of dietary FAs is quantitatively different from that of normal-weight subjects (5, 14). It is important to note that neither the concentration of ARA nor those of EPA and DHA were affected in the obese group and that in consequence, the n-6/n-3 PUFAs and ARA/EPA ratios also remained unchanged. These findings are in opposition with those of other studies showing increases of ARA and decreases of EPA and DHA in obese subjects. For example, Fernandez-Real et al. have observed that the plasmatic concentrations of FAs in obese men and women remained unchanged while the proportion of

some of these, particularly n-3-LC-PUFAs, were lower, compared to the lean subjects (7). It is possible that these discrepancies between studies were due to differences in the recruitment of the obese subjects or in the quality of their dietary fat.

In conclusion our results indicate that in young asymptomatic obese subjects, the total amount but not the proportion of fatty acids are likely to be related to low grade inflammation. In the subjects evaluated in this study, usCRP exhibits a moderate correlation with total SFAs and the LA/LNA ratio, but not with the ARA/EPA ratio.

TABLE 1
Anthropometrical and biochemical characteristics of the normal-weight and obese subjects. (Means±SD).

| | Lean subjects (n=12) | Obese subjects (n=14) | p Mann-Whitney U-test |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Female (%) | 50.0 | 50.0 | NS |
| Age | 30.6 ± 7.8 | 34.4 ± 11.1 | NS |
| Weight (kg) | 63.1 ± 10.2 | 92.3 ± 12.3 | 0.0000 |
| BMI (kg.m-2) | 23.6 ± 2.4 | 36.0 ± 4.5 | 0.0000 |
| Waist circumference (cm) | 79.1 ± 7.3 | 112.6 ± 9.2 | 0.0000 |
| Fat body mass (kg) | 15.4 ± 3.7 | 43.9 ± 11.1 | 0.0000 |
| Glucose (mg/dL) | 86.3 ± 5.4 | 98.7 ± 17.6 | 0.013 |
| Total cholesterol (mg/dL) | 175.7 ± 27.8 | 190.6 ± 27.3 | NS |
| LDL-cholesterol (mg/dL) | 103.2 ± 25.3 | 115.1 ± 26.1 | NS |
| HDL-cholesterol (mg/dL) | 52.4 ± 12.0 | 41.3 ± 7.7 | 0.01 |
| Cholesterol to HDL ratio | 3.53 ± 0.97 | 4.72 ± 0.86 | 0.006 |
| VLDL (mg/dL) | 20.1 ± 12.0 | 34.1 ± 10.9 | 0.003 |
| Triglycerides (mg/dL) | 101.1 ± 60.7 | 170.7 ± 54.4 | 0.004 |
| Cholesterol/Triglyceride | 2.15 ± 0.75 | 1.25 ± 0.45 | 0.004 |
| usCRP (mg/L) | 1.01 ± 0.84 | 2.54 ± 1.98 | 0.01 |

TABLE 2
Plasmatic contents of the main fatty acids expressed as percentages of total methyl esters and concentrations (Means±SD)

| | Fatty acids (% of total methylesters) | | | Fatty acids (µg/ml) | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | Lean subjects (n=12) | Obese subjects (n=14) | p Mann Whitney U-test | Lean subjects (n=12) | Obese subjects (n=14) | p Mann Whitney U-test |
| Total SFAs | 32.3 ± 2.41 | 31.8 ± 2.9 | NS | 963 ± 275 | 1344 ± 303 | 0.004 |
| 14:0 (Miristic) | 1.31 ± 0.40 | 1.56 ± 0.35 | NS | 39.4 ± 17.4 | 68.1 ± 17.5 | 0.0008 |
| 16:0 (Palmitic) | 22.2 ± 1.7 | 22.8 ± 2.6 | NS | 667 ± 210 | 957 ± 217 | 0.004 |
| 18:0 (Stearic) | 8.82 ± 1.54 | 7.47 ± 0.99 | 0.01 | 256 ± 57 | 318 ± 88 | 0.059 |
| Total MUFAs | 22.4 ± 3.9 | 23.4 ± 2.0 | NS | 664 ± 263 | 989 ± 242 | 0.002 |
| 16:1ω7 (Palmitoleic) | 2.01 ± 0.68 | 2.90 ± 0.96 | 0.017 | 62.0 ± 29.7 | 128 ± 59 | 0.002 |
| 18:1ω9 (Oleic acid) | 20.4 ± 3.56 | 20.5 ± 1.54 | NS | 602 ± 244 | 861 ± 190 | 0.004 |
| Total PUFAs | 41.9 ± 4.1 | 41.9 ± 4.2 | NS | 1252 ± 348 | 1744 ± 350 | 0.002 |
| 18:2ω6 (Linoleic) | 30.4 ± 4.7 | 31.5 ± 4.2 | NS | 910 ± 286 | 1306 ± 244 | 0.0005 |
| 20:3ω6 (Dihomo-γ-linolenic) | 1.59 ± 0.44 | 1.56 ± 0.42 | NS | 48.4 ± 21.1 | 65.3 ± 22.9 | 0.059 |
| 20:4ω6 (Arachidonic) | 6.20 ± 0.91 | 5.20 ± 1.03 | 0.004 | 183 ± 47 | 217 ± 69 | NS |
| 18:3ω3 (Linolenic) | 0.57 ± 0.19 | 0.84 ± 0.19 | 0.005 | 17.5 ± 7.3 | 35.7 ± 13.3 | 0.0003 |
| 20:5ω3 (Eicosapentaenoic) | 0.88 ± 0.71 | 0.96 ± 0.80 | NS | 26.0 ± 18.3 | 42.9 ± 34.6 | NS |
| 22:6ω3 (Docosahexaenoic) | 2.30 ± 0.86 | 1.82 ± 0.54 | NS | 67.7 ± 26.9 | 77.9 ± 32.6 | NS |
| n-6/n-3 PUFAs | | | | 11.5 ± 4.0 | 11.6 ± 3.8 | NS |
| PUFAs/SFAs | | | | 1.31 ± 0.21 | 1.34 ± 0.25 | NS |
| ARA/EPA | | | | 11.0 ± 7.8 | 7.77 ± 4.85 | NS |

REFERENCES

1. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity Trends in Latin America: Transiting from Under- to Overweight. *J Nutr* 2001; 131: 893S–899S.
2. Cuevas A, Molina A, Rigotti A, Miquel JF, Marshall G, Reyes S, Nervi F. Trends in obesity and diabetes prevalence in a Chilean urban population: 1993-2001. *Metab Syndr Relat Disord* 2008; 6: 219-222.
3. Shoelson SS, Herrero L, Naaz A. Obesity, inflammation, and insulin resistance. *Gastroenterology* 2007; 132: 2169–2180.
4. Lago F, Dieguez C, Gómez-Reino J, Gualillo O. Adipokines as emerging mediators of immune response and inflammation. *Nat Clin Pract Rheumatol* 2007; 3: 716-24.
5. Ma J, Folsom AR, Shahar E, Eckfeldt JH. Plasma fatty acid composition as an indicator of habitual dietary fat intake in middle-aged adults. The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 564–571.
6. Klein-Platat C, Drai J, Oujaa M, Schlienger JL, Simon C. Plasma fatty acid composition is associated with the metabolic syndrome and low-grade inflammation in overweight adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 1178-1184.
7. Fernandez-Real JM, Broch M, Vendrell J, Ricart W. Insulin resistance, inflammation, and serum fatty acid composition. *Diabetes Care* 2003; 26: 1362-1368.
8. Kopecky J, Rossmeisl M, Flachs P, Kuda O, Brauner P, Jilkova Z, Stankova B, Tvrzicka E, Bryhn M. n-3 PUFA: bioavailability and modulation of adipose tissue function. *Proc Nutr Soc* 2009; 68: 361-369.
9. Sears B, Ricordi C. Anti-inflammatory nutrition as a pharmacological approach to treat obesity. *J Obes* 2011.
10. Bell JG, MacKinlay EE, Dick JR, MacDonald DJ, Boyle RM, Glen AC. Essential fatty acids and phospholipase A2 in autistic spectrum disorders. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2004; 71: 201-4.
11. Maes M, Christophe A, Delanghe J, Altamura C, Neels H, Meltzer HY. Lowered omega3 polyunsaturated fatty acids in serum phospholipids and cholesteryl esters of depressed patients. *Psychiatry Res* 1999; 85: 275-91.
12. Mazzucco S, Agostini F, Biolo G. Inactivity-mediated insulin resistance is associated with upregulated pro-inflammatory fatty acids in human cell membranes. *Clin Nutr* 2010; 29: 386-90.
13. Johnston CS, Tjonn SL, Swan PD, White A, Hutchins H, Sears B. Ketogenic low-carbohydrate diets have no metabolic advantage over nonketogenic low-carbohydrate diets. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 1055-61.
14. Forsythe CE, Phinney SD, Fernandez ML, Quann EE, Wood RJ, Bibus DM, Kraemer WJ, Feinman RD, Volek JS. Comparison of low fat and low carbohydrate diets on circulating fatty acid composition and markers of inflammation. *Lipids* 2008; 43: 65-77.

Recibido: 09-03-2011
Aceptado: 27-05-2011

Obstaculizadores y facilitadores para aumentar el consumo de frutas y verduras en seis países de Latinoamérica

Susana Olavarria y Isabel Zacarias

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago, Chile

RESUMEN. El bajo consumo frutas y verduras se encuentra entre los factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Los países han implementado políticas alimentarias para promover su consumo. El identificar las barreras que percibe la población para consumirlas ayuda a reconocer los recursos que estarían dispuestos a intercambiar para recibir beneficios. Los objetivos de este estudio son: determinar cuáles son los facilitadores y las barreras para aumentar el consumo de frutas y verduras en seis países de Latinoamérica y establecer si existe relación entre las guías alimentarias y el programa 5 al día. Este estudio es de campo y cualitativo. Se usaron las técnicas de entrevistas grupales a profesionales de salud y de los medios de comunicación, y entrevistas a expertos en políticas alimentarias. Los facilitadores destacados fueron la publicidad televisiva de las campañas que promueven su consumo, y la existencia de ferias libres en los barrios. Los obstaculizadores resaltados fueron la falta de políticas públicas de regulación sobre la publicidad y ganchos comerciales de los alimentos, de autosustentabilidad, de financiamiento de los programas relacionados, y de investigación sociológica del tema. La principal barrera para el consumo de frutas y verduras en estos países fue la falta de apoyo normativo y de políticas públicas relacionadas, siendo vital una buena campaña publicitaria en el éxito de los programas que fomentan su consumo. La principal relación existente entre las Guías Alimentarias y el Programa 5 al día es que ambos promueven el consumo de verduras y frutas.

Palabras clave: Consumo de frutas y verduras, facilitadores y obstaculizadores, Latinoamérica, guías alimentarias, programa 5 al día.

SUMMARY. Barriers and facilitators to increase consumption of fruits and vegetables in six countries in Latin America . Low intake of fruits and vegetables is among the risk factors for cardiovascular disease and some cancers. The countries have implemented policies to promote food consumption. Identifying the barriers perceived by people to consume it helps to recognize the resources that would be willing to exchange for benefits. The objectives of this study are to determine what factors are facilitators and barriers to increasing consumption of fruits and vegetables in six countries in Latin America, and a possible relationship between the 5 a day program and the food based dietary guidelines. This is a qualitative and field study. Techniques used were group interviews with health professionals and the media, and interviews with experts in food policy. The outstanding facilitators were television advertising campaigns promoting their use, and the existence of fruits and vegetables markets in the neighborhoods. Highlighted those obstacles were lack of public policies of advertising regulations and trade hooks of food, of self-sustainability, of funding for related programs, and of sociological research of the topic. The main barrier to the consumption of fruits and vegetables in these countries was the lack of policy support and related public policy, being a good advertising campaign vital to the success of programs that encourage consumption. The main relationship between the Dietary Guidelines and the 5 A Day Program is to both promote the consumption of vegetables and fruits.

Key words: Consumption of fruit and vegetables, facilitating and obstructing, Latin America, food guides, program 5 a day.

INTRODUCCIÓN

Desde hace un par de décadas las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) han sido reconocidas como una importante carga de morbi-mortalidad para todos los países, demostrándose la relación del régimen alimentario en su prevención y control (1, 2).

Frente a tales antecedentes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) insta a los estados miembros a

colaborar en la elaboración de una estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud dirigida a la prevención y control de ECNT (3). En la misma línea la Organización Panamericana de la Salud (OPS) mediante la iniciativa Conjunto de Acciones para la Reducción Multifactorial de Enfermedades No transmisibles (CARMEN) trabaja en la prevención y el control de sus principales factores de riesgo (4, 5).

Bajo el marco anterior, surgen las Guías Alimenta-

rias como programa de educación en nutrición, entendiéndose por esto último, la combinación de experiencias de aprendizaje que facilitan la adopción voluntaria de conductas alimentarias saludables (6, 7, 8).

Específicamente en el área frutas y verduras (comprendiendo verduras como hortalizas) se ha demostrado que su bajo consumo se encuentra entre los factores de riesgo más importantes para desarrollar enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer, mientras que su consumo diario reduce los riesgos de padecer estas enfermedades (9, 10).

Es por ello que estos organismos internacionales respaldan el Programa “5 al día”, una campaña de marketing social que tiene la característica de ser elaborada, implementada y en algunos casos evaluada por sociedades público-privadas en cada país. Su objetivo es promover el consumo de frutas y verduras (F/V) en 5 o más porciones al día para prevenir la incidencia de cáncer y otras ECNT asociadas a la alimentación (11, 12, 13, 14). Complementariamente se ha demostrado que identificar las barreras y costos percibidos por la población en dirección a la meta de consumir 5 porciones de F/V al día, ayuda a reconocer los recursos que se estarían dispuestos a intercambiar para recibir beneficios mayores, lo que contribuye a la eficiencia de las campañas de promoción (15).

El objetivo de este estudio es dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los factores facilitadores y las barreras para aumentar el consumo de F/V en seis países de Latinoamérica? y ¿existe alguna relación entre los programas 5 al día y Guías Alimentarias en esos países?.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es de campo y de tipo cualitativo. Fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile. Se llevó a cabo en 2 etapas: la primera consistió en la elaboración de un cuestionario confeccionado en base a información extraída de 4 entrevistas grupales y la segunda en la aplicación de este cuestionario a 12 informantes claves. La técnica usada para la selección de muestras fue el muestreo por juicio, forma de muestreo por conveniencia en la que la población se selecciona en base al juicio del investigador, quien previamente define las características de relevancia más apropiadas para la investigación (16, 17, 18).

Cabe recordar que las entrevistas grupales son técnicas cualitativas donde se reúne una muestra de al menos 6 personas con algún interés común y se discute un tema particular previamente acordado, siendo muy útiles para diseñar pautas de entrevistas y encuestas específicas (19, 20). Se realizan mediante una guía de entrevista, es decir una pauta de preguntas preestablecida por el investigador con los temas a desarrollar, que fueron percepción sobre facilitadores y obstaculizadores para el consumo de F/V, sobre las Guías Alimentarias y el Programa 5 al día. Estas entrevistas se realizaron a tres grupos de profesionales de centros de atención primaria de salud y uno de comunicadores sociales de Santiago de Chile conformados por al menos 6 personas cada uno. Los grupos de profesionales de la salud estuvieron constituidos por enfermeras, médicos, matronas, asistentes sociales, educadoras de párvulo, nutricionistas, kinesiólogas y/o psicólogas y el grupo de comunicadores por periodistas y publicistas que trabajan en el área nutrición y salud. Todas las entrevistas fueron grabadas. La información obtenida fue complementada con estudios relacionados, realizados a consumidores en Santiago de Chile y con el estudio de evaluación de las Guías Alimentarias de Europa, realizada por la Oficina Regional Europea de la OMS en el 2003 (21, 22, 23). De esta manera se construyó un cuestionario semiestructurado (24) conformado por 4 áreas temáticas que se detallan a continuación:

1. Guías Alimentarias y consumo de F/V: recomendación específica de cada país relacionada con el consumo de frutas y verduras y con temas de autosustentabilidad alimentaria. Inclusión de opinión de consumidores en la elaboración de los mensajes. En algunos casos esta información se complementó con las Guías Alimentarias del país (25, 26).
- 2.-Facilitadores y obstaculizadores para el consumo de F/V: preguntas cerradas sobre motivaciones o razones personales para su consumo, características de los medios de comunicación y de ciertas políticas públicas que influyan en el consumo de F/V en cada país, cuyas posibles variables de respuesta es una calificación numérica entre 1 y 3, donde 1 es “lo más importante” y 3 “lo menos importante”.
- 3.- Programa 5 al día: serie de afirmaciones relativas a eventuales características del programa.
- 4.-Relación entre las Guías Alimentarias y el Programa 5 al día: vinculación actual y eventual entre ambos programas y actores relacionados.

El cuestionario se validó con voluntarios del INTA que presentaban características semejantes a las personas a ser entrevistadas.

La segunda etapa consistió en el envío de los cuestionarios, vía correo electrónico, a los informantes claves. Cabe recordar que la técnica de entrevista a informante clave es aquella que se realiza a individuos que poseen conocimientos, destrezas o experiencia únicos o especializados dentro de una organización y que están dispuestos a compartir con el investigador (27). Como informantes claves se seleccionaron 12 expertos en nutrición y políticas alimentarias, especialmente en los Programas 5 al día y Guías Alimentarias, de los 6 países de Latinoamérica que contaban con estos dos programas en etapa de implementación: Argentina, Brasil, Chile, México, Uruguay y Venezuela (28, 29). A cada uno se le envió una invitación para participar en la investigación y adjuntos el consentimiento informado con el cuestionario. A quienes no respondieron en el plazo de dos semanas se les volvió a mandar la invitación hasta 3 veces. En los casos en los que no fue posible contactar a los informantes iniciales, se envió la invitación a otros posibles informantes claves que cumplieran las condiciones antes descritas. Se realizó análisis del discurso de los entrevistados y cuantificación de respuestas en tabla Excel.

RESULTADOS

Se recibieron 12 cuestionarios en total, entre Enero y Marzo del 2010. Desde Brasil respondieron tres informantes claves y desde Uruguay sólo uno.

Guías Alimentarias:

Los seis países recomiendan una dieta variada, rica en alimentos de origen vegetal. Argentina, Chile y Venezuela recomiendan el consumo de 5 porciones de F/V al día. Brasil recomienda 6 porciones al día. México y Uruguay recomiendan el consumo, pero no especifican cantidad. Sólo Brasil incluye en sus guías alimentarias mensajes sobre autosustentabilidad alimentaria fomentando la producción local y cultura alimentaria familiar. Argentina, Chile y Uruguay consideraron estudios de opinión de consumidores en la construcción de sus mensajes.

Facilitadores para el consumo de frutas y verduras

Los encuestados no identificaron motivaciones per-

sonales relevantes que favorezcan el consumo de F/V. En cuanto a las características de los medios de comunicación destacan como lo más relevante que la campaña sea difundida principalmente por televisión y las imágenes sean atractivas visualmente. En relación a las políticas públicas enfatizaron en la existencia de ferias libres en los barrios y en la implementación de un menú semanal en jardines infantiles que incluya F/V todos los días.

Obstaculizadores para el consumo de frutas y verduras

Entre las razones personales referidas por los encuestados como los obstaculizadores más importantes destacan: la percepción de que es complicado prepararlas, de que no satisfacen el hambre, que la gente prefiere la comida chatarra (alta en grasa, azúcar y sal), que su consumo diario no está incluido en los hábitos de la población y que son caras.

En cuanto a las características de los medios de comunicación, los entrevistados identificaron como barreras muy importantes que no existe publicidad en televisión o que ésta es muy escasa, que cuentan con recursos muy limitados como para hacer una fuerte campaña publicitaria, que el mensaje no se encuentra incorporado como pauta de matinales, noticieros o programas de alto rating, que la publicidad no sea emitida en horarios estelares de televisión y que faltan estudios sociológicos para abordar el tema nutricional desde perspectivas que vayan más allá de la prevención de enfermedad, entre otras que se muestran en la tabla 1.

Las características de políticas públicas vinculadas consideradas como obstaculizadores muy importantes fueron la falta de masividad y escaso financiamiento a las campañas de promoción del consumo de F/V, la falta de regulación sobre los ganchos comerciales que trae la comida chatarra (stickers, tazos, etc.) y sobre su publicidad, la falta de impuestos adicionales a la comida chatarra, la falta de aporte de recursos de los propios productores de F/V para publicitar sus productos, la ausencia del patrocinio de personalidades públicas en las campañas, la ausencia de compromiso claro entre aportes públicos y privados, la falta de políticas de protección de territorios para el cultivo de F/V y la falta de políticas para favorecer la producción local de F/V, entre otras que se presentan en la tabla 2.

TABLA 1
Obstaculizadores para aumentar el consumo de
F/V* relacionados con los MC†

| Características de los medios de comunicación |
|--|
| Mensaje publicitario |
| Faltan estudios sociológicos para abordar el tema nutricional desde perspectivas que vayan más allá de la prevención de enfermedad |
| El mensaje no está segmentado según público objetivo |
| El mensaje no logra ser atractivo |
| El mensaje, en cuanto al consumo de frutas y verduras es confuso y contradictorio |
| Imágenes publicitarias |
| Cuentan con recursos muy limitados como para hacer una fuerte campaña publicitaria |
| A nivel publicitario no tiene gran presencia el mensaje |
| No tienen a personajes famosos como rostros de campaña |
| Compiten con una serie de temas nutricionales visualmente más atractivos |
| Estrategias de difusión |
| No hay publicidad en televisión o es muy escasa |
| El mensaje no se encuentra incorporado como pauta de matinales, noticieros o programas de alto rating |
| Televisivamente compite con temas que son mucho más atractivos |
| La publicidad no es emitida en horarios estelares de televisión |
| No hay innovación en los canales de difusión (redes virtuales, presencia en actividades de convocación masiva, obras de teatro itinerantes, etc.) |
| No se emiten dibujos animados que promocionen el consumo de verduras y frutas |
| No hay interés de la población por la lectura de artículos y ediciones especiales Relacionadas |
| Falta de hitos representativos, como el día de la alimentación saludable o el día de la fruta que hagan más atractivo el tema desde el punto de vista publicitario |

*Frutas y verduras

†Medios de comunicación

Programa 5 al día

En todos los países encuestados el Programa 5 al día funciona como una cooperación público privada. En Brasil, México y Uruguay se observó una falta de continuidad del mismo. Ninguno de los encuestados considera que el Programa cuente con recursos suficientes, con una óptima difusión y publicidad, ni que compite a la par con la publicidad de comida chatarra. La mayoría refiere que no ha logrado marcar un precedente como ejemplo de trabajo conjunto público-privado, que no es un programa conocido a nivel general y que no tiene apoyo de las altas autoridades. Sin embargo, expresan que es una campaña que probablemente bajará los costos de salud a largo plazo y que tiene credibilidad en la población.

Relación entre las Guías alimentarias y el Programa 5 al día

La mitad de los encuestados respondió que existe tal vínculo y consiste sólo en la coherencia del mensaje en fomentar el consumo de F/V. Cuatro de los encuestados respondieron que no existe tal relación, lo que estaría dado por la falta de cooperación público privada entre el sector salud y el sector de la frutihorticultura, porque se considera inadecuada la estrategia de promover sólo un grupo de alimentos en lugar de una alimentación completa y saludable y porque las guías alimentarias no tienen como principal objetivo el marketing para aumentar las ventas de ciertos grupos alimentarios, a diferencia del Programa 5 al día. En la Tabla 3 se detallan las respuestas según país.

La mayoría de los encuestados refiere que ambos programas sí deberían relacionarse mayormente haciendo campañas de comunicación masiva en conjunto, abordando el tema de porciones y colores que oriente a la población sobre cómo consumirlas, coordinados por una comisión multidisciplinaria que logre un mayor impacto en población. En la Tabla 4 se detallan las respuestas según país. Las agrupaciones sugeridas que debieran vincularse en torno a esta relación serían los Ministerios de Salud, Educación y Agricultura, los centros de salud primaria, las escuelas, los productores de frutas y verduras, los medios de comunicación y las agrupaciones de la sociedad civil. Por otro lado, uno de los encuestados respondió que no es necesaria tal vinculación, puesto que cada país debería adoptar su propia política de alimentación teniendo en cuenta las peculiaridades de la composición regional de su población, en términos culturales, hábitos alimentarios, etc.

TABLA 2
Obstaculizadores para aumentar el consumo de F&V‡ relacionados con las PP§

Políticas Públicas

Sobre los medios de comunicación

Falta masividad en la campaña

Escasa publicidad del 5 Al Día y de alimentos saludables

Los medios de comunicación son financiados por empresas que fabrican alimentos

Políticas de regulación

Falta de impuestos adicionales a la comida chatarra

Falta de regulación sobre el contenido de ganchos comerciales que trae la comida chatarra (stikers, tazos, muñecos, etc.)

Falta de regulación a la publicidad de alimentos chatarra

Falta de política tributaria para fomentar la promoción local de frutas y verduras exportadas.

Por ejemplo, por caja exportada los productores podrían dejar un cierto porcentaje para la promoción local del producto

No hay regulación sobre los alimentos que ofrecen los kioscos en los colegios

Falta regulación de los precios en ferias libres y supermercados

Políticas de financiamientos y recursos

Falta aporte de recursos de productores de frutas y verduras para publicitar sus productos

Escaso financiamiento para la campaña publicitaria

La ausencia del patrocinio por personalidades públicas

Ausencia de compromiso claro entre aportes públicos y privados

Escaso o inexistente aporte de recursos desde el sector Educación

Falta de recursos para la educación en alimentación saludable en las escuelas

Escaso o inexistente aporte de recursos desde el sector Salud

Se le pide mayor compromiso a los medios de comunicación y a los supermercados, que el compromiso que el Estado manifiesta

Participación del Estado en la promoción del consumo de F/V

Falta compromiso de las altas autoridades, se espera que las autoridades den el ejemplo ejercitando estilos de vida saludables

Escaso o ausente trabajo intersectorial entre entidades de Salud, Educación y Agricultura

Los cargos directivos son a corto plazo y esperan ganancias a corto plazo

Políticas de autosustentabilidad

Falta de políticas de protección de territorios para el cultivo de frutas y verduras

Falta de políticas para favorecer y proteger la producción local de frutas y verduras

Faltan programas de profesionalización de las ferias libres

Faltan programas de promoción de las huertas caseras

No se privilegia el consumo local, lo mejor se exporta

‡Frutas y verduras

§Políticas públicas

TABLA 3
¿Existe alguna relación entre las Guías Alimentarias y el Programa 5 al día?

| País | Fundamentación de respuestas “no” |
|-----------|--|
| Argentina | No existe el hábito de cooperación público – privada entre el Ministerio de Salud y nutricionistas, y el sector profesional de la frutihorticultura |
| Brasil | Las propuestas son muy diferentes, los enfoques son muy diferentes, en parte porque Guías Alimentarias no tiene como principal objetivo el marketing para aumentar las ventas. Este ejemplo es muy explícito en el 5 al día aplicado en Brasil por una red de venta al por menor de frutas y hortalizas, que atienden principalmente a consumidores con alto poder adquisitivo |
| Chile | Hay poca complementariedad, en el sentido de que el mensaje del 5 al día está más bien aislado de los otros mensajes de las Guías Alimentarias |
| México | Las guías son el plato del bien comer que promueve el consumo sin cantidades |
| Venezuela | Estos vínculos son esporádicos y no formales, en especial con las instituciones rectoras de las políticas. Las acciones no se han consolidado en verdaderos programas. El Programa 5 al día Venezuela ha realizado múltiples esfuerzos que hasta el momento han tenido sus efectos en las Universidades, ONG y algunas empresas |

TABLA 4
¿Deberían vincularse las Guías Alimentarias y el Programa 5 al día de otra manera?

| País | Fundamentación de respuestas “sí” |
|-----------|---|
| Argentina | Podrían hacer campañas de comunicación masiva en conjunto |
| Chile | Debería existir una mucho mayor vinculación entre el mensaje del 5 al día y los otros mensajes de las Guías Alimentarias para que tengan un mayor impacto y llegada a la población |
| México | Abordando el tema de las porciones y los colores que oriente a la población sobre como consumirlas, promoviendo el consumo de frutas y verduras por temporada |
| Uruguay | Mediante la formación de una comisión de divulgación de GABA-5 AL DÍA, formada por un equipo de trabajo donde se integrarían: Ing. Agrónomo, Nutricionista, Productor, Comerciante, Educador, Médico, Sociólogo, Prof. de Educación Física, en fin todos los actores que se encuentran entre la producción y el consumo final, y los “asesores técnicos” hacia el cuidado de la salud |
| Venezuela | Por medio de legislación orientada a proteger el derecho del consumidor a una mejor salud |

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio permiten recalcar la importancia de las políticas públicas y de los medios de comunicación en el fomento del consumo de F/V. Las metodologías cualitativas usadas intentan entregar información extraída desde una muestra de expertos en nutrición y políticas alimentarias, que si bien por su número no logra ser representativa, puede orientar a estudios más amplios y dirigidos a posterior.

Destaca la escasez de facilitadores para favorecer el consumo de F/V mencionados por los encuestados. Lo anterior contrasta con la gran cantidad de barreras principalmente a nivel los medios de comunicación y de las políticas públicas de cada país. Sin embargo, algunos estudios realizados en países latinoamericanos han mostrado como motivaciones importantes para su consumo el gusto por el sabor de las frutas y el hábito de comer fuera de casa, especialmente en restaurantes, ya que esto aumentaría su disponibilidad y variedad (30, 31). En cuanto a las barreras para el consumo de F/V otros estudio han revelado la influencia del alto costo de estos alimentos, la falta de instrucción en cómo prepararlos y la falta de tiempo para ello (21, 22, 32).

En el área de los medios de comunicación, expertos en marketing afirman que la imagen que tiene

un producto en la mente del consumidor (posicionamiento) constituye la esencia del marketing exitoso. Aseveran que esto es más importante para el éxito final de un producto que sus características reales, puesto que las personas actúan y reaccionan basándose más en sus percepciones que en la realidad objetiva (33, 34). En este ámbito los encuestados afirman que los programas que fomentan el consumo de F/V, como el Programa 5 al día y las Guías Alimentarias cuentan con recursos muy limitados como para hacer una fuerte campaña publicitaria no logrando gran presencia en los medios, especialmente a nivel de televisión. Adicionalmente, estos programas compiten con una fuerte y abundante cantidad de publicidad sobre alimentos altos en grasa, azúcar y sal provenientes de empresas que disponen de una importante cantidad de recursos para ello y profesionales expertos en el área de las comunicaciones. Un estudio realizado en población universitaria en Chile reveló como una importante barrera para el consumo de F/V el que se les olvida comerlas y otro estudio realizado en seis países de distintos continentes mostró como una motivación relevante para su consumo por la población infantil el saber que su personaje favorito come F/V (22, 35).

Por lo tanto, escasos recursos sumados a una exigua campaña publicitaria y a competencia muy superior, probablemente confabulen en contra del éxito esperado por los programas de nutrición. Se suma a ello la ausencia de políticas de regulación sobre la publicidad de alimentos chatarra, el contenido de ganchos comerciales dirigidos a los niños y la falta de impuestos adicionales sobre esos alimentos según lo referido por los entrevistados. Además opinan que es indispensable la generación y fortalecimiento de políticas públicas que apoyen y fortalezcan al programa, ya sea a nivel de recursos para su publicidad, reforzando la participación del Estado y el trabajo intersectorial (salud-educación-agricultura) y estableciendo mejores alianzas público-privadas para lograr impacto de las campañas, tema ya expresado en otras investigaciones (36).

Investigadores de la Red CARMEN han señalado que el consumo de ciertos vegetales no está dentro de los hábitos de la población, aunque sean de buena calidad y bajo costo (5). En la misma línea, especialistas en marketing social refieren que por medio de la investigación y comprensión de las necesidades y cre-

encias de la población se puede lograr el éxito de las campañas de cambio social (34). Los expertos encuestados enfatizan en la importancia de ampliar las líneas de investigación para abordar el tema nutricional desde perspectivas que vayan más allá de la prevención de enfermedad, donde la investigación cualitativa ha demostrado tener mucho que aportar.

En el área de la autosustentabilidad, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la OMS han declarado que la difusión cada vez mayor de los beneficios del consumo de F/V ofrece a los productores una ocasión irreplicable de incrementar su producción y participar en nuevos mercados (37). Refieren a su vez, que la clave para incrementar la demanda de este tipo de alimentos es realizar una considerable intervención para promover el interés de la población sobre ellos (38). Lo que nos lleva nuevamente a plantear la importancia de una buena campaña comunicacional. En relación a las Guías Alimentarias, destaca que sólo uno de los países incluye mensajes sobre autosustentabilidad alimentaria. Esto podría explicarse por la ausencia de políticas públicas y apoyo normativo en ese ámbito señalada por los encuestados, que haría probablemente inaplicable cualquier recomendación al respecto.

Respondiendo a las preguntas de investigación, los resultados de este estudio demuestran que la principal barrera para aumentar el consumo de F/V en estos seis países de Latinoamérica, es la falta de apoyo normativo y de políticas públicas relacionadas, teniendo vital importancia una buena campaña publicitaria para el éxito de los programas que fomentan su consumo. Se establece además que la principal relación existente entre las Guías Alimentarias y el Programa 5 al día es la coherencia del mensaje, en cuanto a promover el consumo de F/V.

Existe consenso entre los expertos en que debería haber una mayor relación entre ambos programas, sobre todo a nivel de difusión. Esto último se observó en un estudio realizado en 4 países sobre la influencia del Programa 5 al día en la implementación y difusión de las Guías Alimentarias donde la diversidad de canales y medios de difusión favorecieron a ambas campañas (39). Sin embargo, es claro que mientras no se fortalezca el apoyo político normativo que sustenta ambos programas los esfuerzos van a ser probablemente insuficientes.

AGRADECIMIENTOS

A todos los entrevistados, a Sonia Olivares y Juliana Kain, Carmen Gloria González, José Olavarría y todos los profesores y profesoras del INTA.

REFERENCIAS

1. OMS. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta de expertos de la OMS/FAO. Ginebra: OMS; 2003.
2. OPS. Observatorio de políticas para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles en Latinoamérica y el Caribe. Washington: OPS; 2002.
3. OMS. Régimen alimentario, actividad física y salud. Resolución WHA55.23. Actas de la 55 Asamblea mundial de la salud; 2002 May 13-18. Ginebra: OMS; 2002. (Serie de informes técnicos N° 916).
4. OPS. Red CARMEN. <http://www.paho.org/Spanish/AD/DPC/NC/carmen-info.htm>
5. OPS. CARMEN observatory on chronic non-communicable disease policy. Mobilizing for action. Annual meeting. Hilton Montreal Bonaventure; Montreal, 2008.
6. FAO/OMS. Preparación y uso de guías alimentarias basadas en alimentos. Informe de una consulta conjunta FAO/OMS. Nicosia, Chipre. Roma; 1998.
7. FAO. Educación en nutrición para el público. Consulta de Expertos de la FAO. Roma: FAO, 1995 (Estudio FAO: Alimentación y nutrición, N° 59).
8. OPS/OMS/INCAP. Informe de la consulta técnica regional de guías alimentarias basadas en alimentos. Antigua Guatemala: INCAP; 2007.
9. World Cancer Research Fund. Recommendations for cancer prevention. United Kingdom: WCRF; 2007.
10. Hyson D. The health benefits of fruit and vegetables. A Scientific Overview for Health Professionals. Wilmington: Better Health Foundation; 2001.
11. Zacarías I, Pizarro T, Rodríguez L, Gonzalez D, Domper A. Programa "5 al día" para promover el consumo de verduras y frutas en Chile. *Rev Chil Nutr* 2006;33(supl 1):276-280.
12. Prochaska J, Velicer W, Rossi J, Goldstein M, Marcus B, Rakowski W, et al. Stages of change and decisional balance for twelve problem behaviors. *Health Psychology* 1994;13(1):39-46.
13. Olivares S. Consumo de frutas y verduras en Chile. Motivaciones y barreras para alcanzar la meta de 5 porciones al día. En: Olivares S, Leporati M, Villalobos P, Barría L, eds. Contribución de la política agraria al consumo de frutas y verduras en Chile: un compromiso con la nutrición y la salud de la población. Santiago: Ministerio de agricultura, INTA y Corporación 5 Al Día Chile; 2008. p. 63-82.
14. Kotler P, Roberto N, Lee N. Social marketing. Improving the quality of life. 2nd ed. USA: Sage Publications; 2002.
15. Jacoby E, Keller I, Vargas C. La promoción del consumo de frutas y verduras en América Latina: buena oportunidad de acción intersectorial por una alimentación saludable. En: 4° Congreso Panamericano de Promoción del consumo de verduras y frutas. Actas del congreso. Santiago, 28-30 Agosto 2008 (Resumen 33).
16. Williams T. Métodos de campo en el estudio de la cultura. Madrid: Taller Ediciones Josefina Betancor; 1973.
17. Taylor S, Bogdan R. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. 4ª ed. Barcelona: Ediciones Paidós; 1998.
18. Malhotra N. Investigación de mercados. Un enfoque aplicado. 4ª ed. México: Ediciones Pearson Educación; 2004.
19. Pope J. Investigación de mercados. Guía maestra para el profesional. 10ª ed. Colombia: Grupo Editorial Norma; 1996.
20. Romo M, Castillo C. Metodologías de las ciencias sociales aplicadas al estudio de la nutrición. *Rev Chil Nutr* 2002;29(1):14-22.
21. Olivares S, Bustos N, Moreno X, Lera L, Cortez S. Actitudes y prácticas sobre alimentación y actividad física en niños obesos y sus madres. *Rev Chil Nutr* 2006;33(2):170-179.
22. Olivares S, Lera L, Bustos N. Etapas del cambio, beneficios y barreras en actividad física y consumo de frutas y verduras en estudiantes universitarios de Santiago de Chile. *Rev Chil Nutr* 2008;35(supl 1):25-35.
23. WHO Regional Office for Europe. Food based dietary guidelines in the WHO European Region. OMS: Copenhagen; 2003.
24. Sierra R. Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios. 8ª ed. España: Ediciones Paraninfo SA; 1992.
25. Ministerio de Salud Pública. Manual para la promoción de prácticas saludables de alimentación en la población Uruguaya. Uruguay: Ministerio de Salud Pública; 2005.
26. Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas (AADND). Guías alimentarias para la población Argentina. 2ª edición. Argentina: AADND; 2006.
27. Goetz J, LeCompte M. Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa. Madrid: Ediciones Morata; 1988.
28. Molina V. Guías alimentarias en América Latina. In-

- forme de la consulta técnica regional de las Guías Alimentarias. *Anales Venezolanos de Nutrición* 2008;21(1):31-41.
29. http://www.5aldiachile.cl/5aldia_mundo.php
30. López-Guevara S, Flores-Peña Y, Ávila-Alpirez H, Gallegos-Cabriaes E, Benavides-Torres R, Cerda-Flores R. Beneficios y barreras percibidos por adolescentes mexicanos para el consumo de frutas y verduras. *Arch Latinoamer Nutr* 2009; 59(2):174-178.
31. Campos I, Constante P, Augusto C. Fatores asociados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos da cidade de Sao Paulo. *Rev Saúde Pública* 2008; 42(5):777-785.
32. Prada G, Dubeibe-Blanco L, Herrán O, Herrera-Anaya M. Evaluación del impacto de un ensayo comunitario sobre el consumo de frutas y verduras en Colombia. *Rev Salud Pública de México* 2007; 49:11-19.
33. Schiffman L, Kanuk L. Comportamiento del consumidor. 8ª ed. México: Ediciones Pearson; 2005.
34. Kotler P, Roberto E. *Marketing social*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos SA; 1992.
35. O'Connor T, Watson K, Hughes S, Beltrán A, Hingle M, Baranowski J, et al. Health professionals' and dietetics' practitioners' perceived effectiveness of fruit and vegetable parenting practices across six countries. *J Am Diet Assoc* 2010; 110:1065-1071.
36. Winograd M. Intervenciones dentro del programa 5 al día para promover el consumo de frutas y verduras en Argentina. *Rev Chil Nutr* 2006; 33(1):282-287.
37. <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg1.htm>
38. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0606sp2.htm>
39. Keller I, Lang T. Food-based dietary guidelines and implementation: lessons from four countries – Chile, Germany, New Zealand and South Africa. *Public Health Nutr* 2008;11(8):867-874.

Recibido: 05-05-2010

Aceptado: 08-02-2011

Promoción de alimentos y preferencias alimentarias en escolares chilenos de diferente nivel socioeconómico

*Sonia Olivares C., Lydia Lera M., María Angélica Mardones H., Jacqueline Araneda F., Nelly Bustos Z.,
María Antonieta Olivares C., María Ester Colque M.*

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bio Bio, Chile

RESUMEN Para determinar su actitud ante la promoción comercial de alimentos y bebidas, se seleccionó una muestra de 1.048 escolares de 8 a 13 años en tres ciudades del país (norte, centro y sur), a los que se entrevistó aplicando un cuestionario validado en estudios previos. Se realizó un análisis descriptivo de las variables estudiadas y se determinó las diferencias según región, nivel socioeconómico (NSE) y sexo con la prueba de Chi². Las diferencias según NSE fueron mayores en Santiago. Una mayor proporción de escolares de NSE medio bajo veía más de 2 horas de TV durante los días de colegio y fines de semana ($p < 0,001$). La proporción de escolares a quienes le gustaban los comerciales de alimentos y bebidas fue mayor en los de NSE medio bajo de Santiago (66%) ($p < 0,001$), variando del 26 al 35% en los demás. Un alto porcentaje señaló encontrar promoción de alimentos que le gustaba en supermercados, la calle, centros comerciales e Internet. Los comerciales preferidos eran los de bebidas, chocolates, helados y cereales. Los alimentos que llevaban con mayor frecuencia desde su hogar al colegio eran galletas, frutas y yogurt. La mayoría disponía de dinero para comprar alimentos y los que compraban con mayor frecuencia eran galletas, confites, papas fritas, refrescos con azúcar, chocolates, helados y "hot-dogs". Se concluye que la promoción comercial de alimentos y bebidas es reconocida y recordada por los escolares, influyendo en lo que compran con su dinero y consumen en forma habitual.

Palabras clave: Promoción de alimentos y bebidas, escolares, preferencias alimentarias, horas de televisión, compra de alimentos niños.

SUMMARY. Food promotion and food preferences in Chilean school age children from different socioeconomic levels. To determine the attitude towards marketing of food and beverages a sample of 1,048 school children ages 8 to 13 from three cities of Chile (north, center and south of the country) were interviewed. The instrument applied was a validated questionnaire used in previous studies. A descriptive analysis of the variables was performed and differences were determined by region, socioeconomic level (SEL) and gender using Chi² test. Differences per SEL were higher in Santiago. A greater proportion of school children of medium-low SEL watched more than 2 hours of TV during weekdays and weekends ($p < 0.001$). The proportion of children that liked food and beverage commercials was greater in medium-low SEL in Santiago (66%) ($p < 0.001$), as opposed to 26 to 35% in the medium high SEL. A high percentage indicated that they liked promotional campaigns of foods at supermarkets, on the streets, shopping centers and on the Internet. The preferred commercials were those for beverages, chocolates, ice-creams and cereals. Most common foods taken from home to school were cookies, fruits and yogurt. Most of the children had money available to buy food and the products more frequently preferred were cookies, sweets, French fries, beverages with sugar, chocolates, ice-creams and hot-dogs. Conclusion: marketing of food and beverages is recognized and remembered by school age children, influencing what they buy and consume regularly at school.

Key words: Food and beverage promotion, school age children, food preferences, hours TV watching, children's food purchasing habits.

INTRODUCCIÓN

La alta y creciente prevalencia de obesidad observada en los niños chilenos (1-2), semejante a la encontrada en muchos países en desarrollo y desarrollados (3-5), constituye en la actualidad el principal problema de salud pública en este grupo de edad. Esto ha impulsado el análisis de la evidencia sobre sus factores causales y la publicación de recomendaciones internacionales, en especial de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para su prevención y control (6-8).

La falta de actividad física, el consumo frecuente de alimentos de alta densidad energética y la promoción comercial de este tipo de alimentos han sido reconocidos entre los factores que aumentan el riesgo de obesidad (9). Revisiones mundiales de la evidencia existente sobre la extensión, naturaleza y efectos de la promoción de alimentos y bebidas no-alcohólicas dirigida a los niños, realizadas a petición de la OMS (10, 11), encontraron asociación entre dicha promoción con las preferencias alimentarias y el consumo de alimen-

tos, y han identificado a la escuela como una poderosa cadena para promocionar alimentos a los niños.

El Instituto de Medicina de los Estados Unidos (IOM), en una revisión de 123 estudios (12), concluyó que existía evidencia suficiente para relacionar la promoción comercial de alimentos de alta densidad energética con las preferencias, las peticiones de compra y el consumo de corto plazo en los niños de 2 a 11 años. Ha señalado además que existe evidencia sobre la asociación entre la exposición a la publicidad de alimentos a través de la televisión (TV) y la adiposidad en niños de 2 a 11 años y adolescentes de 12 a 18 años.

El Ministerio de Salud de Chile estableció entre las metas nacionales de promoción de salud, la reducción de la prevalencia de obesidad en los niños que ingresaban a primer año básico en las escuelas públicas, desde el 16% en el año 2000 al 12% en el año 2010 (13). Lamentablemente, la tendencia ha seguido el camino inverso, con una prevalencia de obesidad que alcanzó al 23,1% en el año 2010 (14).

Los estudios sobre la promoción de alimentos y las preferencias alimentarias de los niños son escasos en América Latina. En Chile, se estudió la publicidad televisiva de alimentos y bebidas y las preferencias alimentarias de niños de 6 a 10 años entre los años 1995-1997 (15), y posteriormente en niños de 11 a 13 años en el año 2003 (16). Ambos estudios concluyeron que prácticamente todos los niños veían televisión diariamente, que les gustaba la publicidad de alimentos y bebidas y que sus favoritos eran los de "snacks" dulces y salados, bebidas azucaradas, cereales de desayuno y comidas rápidas. Estos alimentos eran también los que los niños compraban con su dinero y consumían como colación o merienda en el colegio.

Considerando la naturaleza global de la promoción de alimentos dirigida a los niños, el tema ha sido tratado en reuniones de expertos de la OMS en Europa, Australia (8, 17), y en las últimas Asambleas Mundiales de Salud (18, 19). En la 63ava Asamblea Mundial (19) se acordó apoyar un conjunto de recomendaciones orientadas a reducir el impacto que tiene sobre los niños la exposición al marketing de alimentos ricos en grasas saturadas, ácidos grasos trans, azúcares libres y sal. La OMS insta a los Estados Miembros a adoptar las medidas necesarias para implementar estas recomendaciones, teniendo en consideración la legislación y políticas existentes en cada país.

El Ministerio de Salud de Chile lanzó, en el año

2006, la Estrategia Global contra la Obesidad (EGO), la que intenta abordar la prevención y control de esta enfermedad usando un enfoque intersectorial (20). Aunque se han realizado actividades de difusión a nivel de escuelas y Servicios de Salud, no se han observado cambios en la situación.

Entre los años 2001 y 2010, en el país se han realizado diversas intervenciones sobre educación en nutrición y actividad física con preescolares y escolares de enseñanza básica, algunas de las cuales han logrado aumentar los conocimientos alimentarios y disminuir la prevalencia de obesidad. Sin embargo, la venta de alimentos de alta densidad energética, ricos en grasas, azúcar y/o sal en el interior de los establecimientos educacionales y sus alrededores, continúa representando un factor limitante para que los escolares puedan llevar a la práctica los conocimientos adquiridos y las conductas propuestas (21-22). La implementación de una regulación que permita contar con establecimientos educacionales libres de la promoción y venta de estos alimentos, representaría sin duda un gran apoyo a estas intervenciones (23).

El objetivo del estudio fue determinar la actitud de escolares de distinto nivel socioeconómico, que viven en tres regiones del país, ante la publicidad de alimentos y bebidas a través de la televisión, e identificar otras formas de promoción comercial de alimentos y bebidas atractivas para ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal. La población objeto de estudio estuvo constituida por escolares de 8 a 13 años (3° a 7° grado de enseñanza básica), en tres ciudades del país: norte, centro y sur. Entre las ciudades del norte (Arica, Iquique, Antofagasta y Copiapó) y del sur (Chillán, Concepción, Temuco y Valdivia) se seleccionó aleatoriamente una ciudad que representara las características de la región. En la región central se eligió la metropolitana, donde reside más del 40% de la población del país. Las principales características de cada ciudad son (24):

1. Arica: ubicada en el extremo norte del país, a 2.062 kms. de Santiago. Tiene 185.268 habitantes (94,7% urbanos). Su clima es desértico costero y tiene un oasis donde se cultivan hortalizas y aceitunas durante todo el año.
2. Santiago: ubicada en el centro, en la Región Metropolitana, es la capital del país. Tiene 5,5 millones

de habitantes, clima seco y temperaturas que alcanzan los 34° C en verano y -2° C en invierno. En las distintas comunas de la Región Metropolitana se observa un alto grado de segregación según el nivel socioeconómico (NSE) de los hogares (25).

3. Chillán: ubicada en el sur del país, a 407 kms. de Santiago. Tiene 161.953 habitantes (91,4% urbanos). Tiene un clima templado cálido en verano (hasta 34° C) y lluvioso en otoño e invierno, con temperaturas entre los 1 y 5° C.

En cada ciudad, se determinó una muestra de 150 escolares de NSE medio alto y 150 escolares de NSE medio bajo, la que fue calculada con un nivel de significación del 5% y un error del 10% (15). Para incluir escolares de distinto NSE, se seleccionaron aleatoriamente 6 colegios particulares pagados en sectores de altos ingresos (NSE medio alto) y 6 escuelas públicas ubicadas en sectores de menores ingresos (NSE medio bajo).

En Chillán hubo una pérdida cercana al 10% en el grupo de NSE bajo, por encuestas con datos incompletos. En Arica el exceso en la muestra se debió a que los directores de los colegios, por petición de los padres y profesores, solicitaron la inclusión de más cursos a las encuestadoras. Por tratarse de un estudio descriptivo y por respeto a los colegios colaboradores se aceptó esta petición. Los colegios solicitaron conocer el informe final.

En los colegios con varios cursos del mismo nivel, se seleccionaron al azar cursos completos de los grados correspondientes al rango de edad y en los colegios pequeños, se incluyó a todos los niños que se encontraban en el rango de edad.

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión: niños de 8 a 13 años de las escuelas seleccionadas. Se incluyó a niños de esta edad, por su mayor capacidad para contestar ese tipo de encuestas en forma autónoma, según lo observado en estudios previos de los autores (15,16). Los criterios de exclusión fueron los siguientes: escuelas que estuvieran participando o en las cuales se hubieran desarrollado intervenciones educativas en alimentación, nutrición o actividad física y escolares con enfermedades genéticas o metabólicas. La muestra final quedó constituida por 1.048 escolares, cuya distribución se muestra en la tabla 1.

Para determinar la actitud de los escolares ante la publicidad de alimentos y bebidas y sus preferencias alimentarias, se entrevistó a cada uno, aplicando un

cuestionario validado en estudios previos (15, 16). Las variables a considerar fueron: género, NSE, horas de TV durante los días de colegio y fines de semana, actitud ante la promoción de alimentos y bebidas a través de la TV, promoción de alimentos en otros medios y espacios, alimentos que llevaban desde su hogar para consumir en el colegio y alimentos que compraban con su dinero. Al cuestionario se agregó la siguiente pregunta: Además de la televisión ¿en qué otra parte has visto propaganda o publicidad de alimentos o bebidas que te haya gustado?

Las entrevistas fueron realizadas por nutricionistas y profesores de ciencias y alimentación, previamente entrenados. Para estimar el tiempo que los niños dedicaban a mirar televisión durante los días de semana y fines de semana, se consultó por los programas que veían en los distintos horarios, como se ha realizado en estudios anteriores (15, 16, 21).

Para obtener el consentimiento de los padres y niños, los directores de los establecimientos educacionales solicitaron que se siguieran las normas establecidas en cada colegio. Junto con la carta de consentimiento enviada por la dirección del colegio a los padres se adjuntó la encuesta que contestarían los niños, antes de que éstos la contestaran. El 97% de los padres de NSE medio alto y el 100% de los de NSE medio bajo autorizó a sus hijos a participar en el estudio. A los niños que contaban con la autorización de sus padres, se les explicó que su participación era voluntaria. Todos aceptaron participar.

Los alimentos fueron agrupados en las siguientes categorías: galletas azucaradas (con o sin relleno, con y sin cubierta de chocolate); confites; chocolates; helados; papas fritas; refrescos azucarados (bebidas gaseosas, jugos en polvo reconstituidos); "hot-dogs"; lácteos (leche, yogurt); frutas y pan con algún acompañamiento (mermelada, queso, cecinas, etc.).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables en el total de la muestra según ciudad, género y NSE por promedio y porcentajes según el tipo de variable. Para propósitos de comparación con otros estudios se estimaron prevalencias e intervalos de confianza del 95% (IC 95%). Para determinar las diferencias de las variables estudiadas según región, NSE o género, se aplicó la prueba de Chi2.

En las preguntas sobre mensajes publicitarios pre-

feridos, alimentos que llevaban desde su hogar al colegio y alimentos que compraban con su dinero, los escolares tuvieron la opción de escoger hasta tres opciones. En esos casos, los resultados se presentan como porcentaje del total de respuestas, con sus correspondientes IC del 95%.

Todos los análisis estadísticos fueron desarrollados con el paquete STATA 10.1 (26).

RESULTADOS

La presentación de los resultados se realiza por ciudad, debido a que mostraron una distribución distinta según NSE, en especial en Santiago. Las diferencias por género sólo resultaron significativas en algunos casos, los que serán mencionados cuando corresponda. La edad promedio de los escolares de la muestra fue de 11,9 años (IC 95%: 11,7-12,0).

En la figura 1 se observa que una mayor proporción de escolares de NSE medio bajo veía más de dos horas de TV durante los días de colegio (34 a 44%), en relación a los de NSE medio alto (23 a 29%) ($p < 0,001$). Los fines de semana, esta proporción aumentó en ambos grupos, variando entre 58 y 64% en los de NSE medio bajo, y entre 42 y 67% en los de NSE medio alto ($p < 0,008$).

En la figura 2 se observa que la proporción de escolares de NSE medio alto a la que le gustaban los comerciales de alimentos y bebidas que veía en la TV, fue del 26% en Santiago, el 29% en Chillán y el 35% en Arica. En los de NSE medio bajo, esta proporción alcanzó al 34% en Arica y al 26% en Chillán, aumentando al 66% en Santiago, ciudad en la que la diferencia según NSE resultó altamente significativa ($p < 0,001$). Los demás manifestaron que no les gustaban o simplemente no miraban los comerciales en la TV.

Se consultó a los escolares si les llamaba la atención y les gustaba la promoción comercial de alimentos y bebidas que encontraban en otros lugares o medios, además de la TV. En la tabla 2 se observa la elevada frecuencia con la que fueron nombrados los supermercados, la calle, los centros comerciales, Internet y el cine. En Santiago se observaron notorias diferencias según NSE, en los que la presencia del cine e Internet resultaron significativamente menores en los escolares de NSE medio bajo ($p < 0,001$). Los kioscos escolares fueron escasamente mencionados.

Independientemente de que menos del 35% de los escolares manifestó que le gustaban los comerciales

de TV, el 66% de los niños recordaba algún comercial de alimentos o bebidas que le gustaba, y el 65% señaló además que le gustaba probar los nuevos alimentos o bebidas promocionados a través de la TV, sin diferencias por NSE o sexo.

La tabla 3 muestra los comerciales de alimentos preferidos por los escolares. Se observa que los primeros lugares los ocupan los referidos a bebidas azucaradas, néctares, chocolates, helados, cereales y papas fritas. Los de NSE medio bajo de Arica presentaron una mayor preferencia por helados ($p < 0,01$) y cereales ($p < 0,001$) que los de NSE medio alto. En Santiago la proporción de comerciales de alimentos preferidos por los escolares de NSE medio alto fue superior en prácticamente todos los nombrados ($p < 0,001$), con la excepción de bebidas y hot-dogs. En Chillán, se observó una preferencia significativamente mayor en los de NSE medio bajo respecto a la promoción de papas fritas, leche y yogurt ($p < 0,001$).

El 55% de los escolares de NSE medio bajo y el 40% de los de NSE medio alto señaló que compraban los alimentos que ofrecían premios y regalos ($p < 0,001$). Al consultarles si seguirían comprando esos alimentos si dejaban de incluir dichos incentivos, en Arica contestaron afirmativamente el 66,7% de los de NSE medio alto y el 52,6% de los de NSE medio bajo ($p < 0,01$), situación que se repitió en Chillán (66,7 vs 62,8%, respectivamente) ($p < 0,01$). En Santiago (40,6 y 53,8%, respectivamente), la diferencia no resultó significativa.

El 80% de los escolares de Arica llevaba alimentos desde su casa para comer en el colegio, sin diferencias según NSE o género. En Santiago y Chillán, la proporción resultó significativamente mayor en los de NSE medio alto (82 versus 57% en Santiago; 46 versus 24% en Chillán) ($p < 0,001$).

Al consultar qué alimentos llevaban desde su hogar, en la tabla 4 se observa que los principales eran galletas, frutas y yogurt. La proporción de los que llevaban galletas era más alta en Arica, sin diferencias según NSE, y en los de NSE medio alto de Santiago y Chillán ($p < 0,01$). Con respecto a los que llevaban frutas, se encontró una mayor proporción en los escolares de NSE medio bajo de Arica ($p < 0,01$) y los de NSE medio alto de Santiago ($p < 0,001$). Éstos también llevaban leche con mayor frecuencia.

El 80% de los niños y el 89% de las niñas de NSE medio alto frecuentemente disponían de dinero para comprar alimentos ($p < 0,001$), cifra que alcanzó al

89% y 96% en los niños y niñas de NSE medio bajo, respectivamente ($p < 0,001$). En la tabla 5 se muestran los alimentos que los escolares compraban habitualmente con su dinero, los que representaban también sus preferencias. En los primeros lugares se observan las galletas dulces, confites, papas fritas, refrescos con azúcar, chocolates, helados y "hot-dogs". El yogurt, leche y frutas, aunque en menor proporción, también fueron mencionados.

DISCUSIÓN

En las revisiones solicitadas por la OMS sobre la evidencia de la extensión, naturaleza y efectos de la promoción de alimentos y bebidas no-alcohólicas dirigida a los niños (10, 11), los autores señalan que los niños y las familias de bajos ingresos que viven en los países en desarrollo, son los grupos más vulnerables ante dicha promoción, y que ésta tendría un mayor efecto sobre sus preferencias, compra y consumo que en sus pares de países desarrollados.

A este respecto, cabe destacar las diferencias por NSE encontradas especialmente en Santiago, ciudad que por su alta segregación económica y social y su gran extensión territorial (25), dificulta que los niños que viven en las comunas donde predominan los hogares de NSE medio, medio alto y alto, de las que se extrajo la muestra de NSE medio alto, compartan espacios de compra y recreación con los que viven en comunas donde predominan los hogares de NSE medio bajo y bajo, debido a las distancias y costos del transporte, entre otros. Sin embargo, el acceso a la televisión es universal, y ya todos los niños estudiados a mediados de los 90, independientemente de su NSE, disponían de televisión en su hogar (15).

Si bien el tiempo que los escolares de este estudio dedicaban a ver televisión durante los días de colegio o los fines de semana fue semejante al encontrado en estudios nacionales anteriores (15, 16, 21), el porcentaje de escolares que señaló que le gustaba la publicidad de alimentos y bebidas que veía en la televisión, 70% en el año 2003 (16), se redujo a menos de la mitad en el presente estudio, en el cual sólo los niños de NSE medio bajo de Santiago se acercaron a esa cifra.

Una posible explicación podría estar dada por la diversidad de lugares en la que los niños señalaron encontrar promoción de alimentos y bebidas que les gustaba, entre los que destacaron los supermercados, la calle, los centros comerciales e Internet. A pesar de

que la escuela ha sido reconocida como una poderosa cadena para promocionar alimentos a los niños (8, 10), un porcentaje muy bajo de ellos mencionó a los kioscos escolares. Otras formas de promoción comercial, como el regalo de alimentos en el interior de los establecimientos educacionales, realizado por las empresas, no fueron consultadas.

Un estudio realizado en Chile (27), muestra que el 9,5% del tiempo de TV corresponde a publicidad dirigida a los niños, ocupando los alimentos el primer lugar entre los productos publicitados. Dentro del horario infantil de TV abierta, un 10,5% contenía publicidad infantil, un 3,1% para horario de alta audiencia infantil y un 14,8% para canales infantiles de TV de pago. Estas cifras son similares a las de EE.UU. y superiores a las de Europa. El estudio señala que el nivel educacional de los padres es un importante predictor de actitudes más críticas hacia la publicidad. Olivares y cols. (28) en un estudio sobre el consumo de alimentos en escolares mujeres de 8 a 13 años, encontraron un menor consumo de alimentos de alta densidad energética en las de NSE medio alto, y niveles de obesidad muy inferiores a los encontrados en las de NSE medio bajo. En forma espontánea, las niñas de NSE medio alto mencionaron reiterativamente "mi mamá no me deja que coma más para que no engorde" ante las preguntas de este tipo de alimentos por las encuestadoras. Esto nunca ha sido mencionado por niñas de NSE medio bajo en estudios anteriores (16, 21).

Los comerciales de alimentos y bebidas preferidos por los escolares son semejantes a los encontrados en estudios nacionales e internacionales (10-12, 15,16), destacando las bebidas azucaradas, los cereales, los "snacks" dulces y salados y, en este estudio, también los "hot-dogs". Entre los alimentos de alto valor nutricional, los comerciales de yogurt y leche aparecieron en mayor proporción que en estudios nacionales anteriores (15, 16). Norton y cols. (29) señalan que si bien la publicidad habitualmente considera alimentos ricos en grasa, azúcar o sal, cuando se refiere a los alimentos saludables, es posible observar sus efectos en la dirección deseada.

Respecto a los alimentos que los escolares llevaban desde su casa al colegio para consumir en las horas libres, se observó un aumento en la proporción de niños que llevaban fruta en los de NSE medio bajo de Arica y medio alto de Santiago. Esto coincide con lo encontrado en un estudio reciente realizado en Santiago en

niños de NSE medio bajo (30). El consumo de frutas y verduras en los escolares chilenos alcanza a la mitad de lo recomendado por la OMS, sin diferencias según NSE y regiones del país (21, 28). El Programa 5 al Día Chile, creado el año 2004, ha realizado algunas campañas de promoción del consumo de frutas y verduras que podrían explicar este resultado (31). El yogurt fue nombrado con mayor frecuencia que en estudios anteriores (15, 16), coincidiendo con lo encontrado recientemente en Santiago (30).

Nuevamente se encontró que una elevada proporción de los niños y niñas disponía de dinero para comprar alimentos. Los alimentos que compraban habitualmente son semejantes a los encontrados en estudios anteriores (15, 16), como galletas, confites, papas fritas, chocolates, refrescos con azúcar, helados y "hot-dogs". Un escaso porcentaje de los niños compraba yogurt, leche o fruta, datos que coinciden con lo encontrado en niños de NSE medio bajo de Santiago (30). Cabe señalar que en el país no existe una regulación sobre el tipo de alimentos que deben vender los kioscos escolares, y que habitualmente la oferta de alimentos saludables como los tres últimos nombrados es escasa o nula. Si bien el Consejo de Autorregulación y Ética Publicitaria (CONAR) ha actualizado algunos de los artículos referidos a la publicidad de alimentos y bebidas dirigida a los niños y jóvenes (32), la oferta de alimentos en el interior y alrededor de las escuelas continúa siendo un problema que limita el éxito de las intervenciones en alimentación y actividad física que se realizan en el país.

TABLA 1
Características generales de la muestra de escolares. Chile 2010.

| Características de la muestra | N | % |
|-------------------------------|--------------|------------|
| Sexo | | |
| Hombres | 555 | 53 |
| Mujeres | 493 | 47 |
| NSE | | |
| Medio alto | 495 | 47,2 |
| Medio bajo | 553 | 52,8 |
| Ciudad y Región | | |
| Arica (norte) | | |
| NSE medio alto | 173 | 39,8 |
| NSE medio bajo | 262 | 60,2 |
| Total | 435 | 41,5 |
| Santiago (centro) | | |
| NSE medio alto | 169 | 53,1 |
| NSE medio bajo | 149 | 46,9 |
| Total | 318 | 30,3 |
| Chillán (sur) | | |
| NSE medio alto | 153 | 51,9 |
| NSE medio bajo | 142 | 48,1 |
| Total | 295 | 28,2 |
| Total de la muestra | 1.048 | 100 |

TABLA 2
Otros lugares, además de la TV, donde los escolares encuentran promoción de alimentos que les gusta, según ciudad y NSE. Chile 2010.

| | Arica n=435 | | Santiago n=318 | | Chillán n=295 | |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Lugares | Medio Alto (n= 173) | Medio Bajo (n=262) | Medio Alto (n= 169) | Medio Bajo (n= 149) | Medio Alto (n=153) | Medio Bajo (n= 142) |
| | % (IC95%) | % (IC95%) | % (IC95%) | % (IC95%) | % (IC95%) | % (IC95%) |
| Supermercado | 58,1 (50,7-65,6) | 56,4 (50,3-62,5) | 47,3 (39,7-54,9) | 36,9 (29,1-44,8) | 61,6 (53,7-69,4) | 63,8 (55,8-71,9) |
| En la calle | 50 (42,5-57,5) | 42,7 (36,6-48,7) | 39,6 (32,2-47,1) | 40,3 (32,3-48,2) | 50,1 (43,0-59,0) | 54,9 (46,6-63,2) |
| Centro Comercial | 34,7 (27,5-41,8) | 28,6 (23,1-34,1) | 46,8 (39,1-54,3) | 32,2* (24,6-39,8) | 63,4 (55,7-71,1) | 73,4 (65,9-80,8) |
| Internet | 42,2 (34,8-49,6) | 34 (28,2-39,7) | 29,6 (22,6-36,5) | 12,8** (7,3-18,2) | 31,6 (24,1-39,1) | 42,3 (34,0-50,5) |
| Cine | 21,5 (15,3-27,7) | 17,9 (13,3-22,6) | 53,2 (45,7-60,9) | 12,1** (6,8-17,4) | 21,6 (15,0-28,2) | 21,8 (15,0-28,7) |
| Kiosco de la escuela | 3,6 (0,8-6,5) | 1,5 (0,03-3,0) | 0 | 16,8 (10,7-22,8) | 6,2 (2,2-10,1) | 12,9* (7,1-18,7) |

Test Chi2: * p<0,01 ** p< 0,001 IC 95%: Intervalo de confianza al 95%

TABLA 3
Comerciales de alimentos preferidos por los escolares, según ciudad y NSE. Chile 2010.

| Alimentos | Arica n=435 | | Santiago n= 318 | | Chillán n=295 | |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Medio Alto (n= 173) % (IC95%) | Medio Bajo (n=262) % (IC95%) | Medio Alto (n= 169) % (IC95%) | Medio Bajo (n= 149) % (IC95%) | Medio Alto (n=153) % (IC95%) | Medio Bajo (n= 142) % (IC95%) |
| Bebidas azucaradas | 51,4 (43,9-59,0) | 45 (39,0-51,1) | 40,2 (32,8-47,7) | 36,2 (28,4-44,0) | 41,2 (33,3-49,1) | 46,5 (38,2-54,8) |
| Néctares | 30,1 (23,2-37,0) | 42,4 (36,3-48,4) | 39,1 (31,6-46,5) | 16,1** (10,1-22,1) | 38,6 (30,8-46,4) | 30,3 (22,6-37,9) |
| Chocolates | 48 (40,5-55,5) | 42 (36,0-48,0) | 40,2 (32,8-47,7) | 10,1** (5,2-15,0) | 39,9 (32,0-47,7) | 42,3 (34,0-50,5) |
| Helados | 38,7 (31,4-46,1) | 50,8* (44,7-56,9) | 29,6 (22,6-36,5) | 7,4** (3,1-11,6) | 45,1 (37,1-53,1) | 40,9 (32,7-49,0) |
| Cereales | 27,2 (20,5-33,9) | 44,6** (38,6-50,7) | 32 (24,9-39,1) | 12,1** (6,8-17,4) | 41,2 (33,3-49,1) | 33,1 (25,3-40,9) |
| Papas fritas | 28,3 (21,5-35,1) | 30,2 (24,6-35,7) | 36,1 (28,8-43,4) | 18,8** (12,4-25,1) | 14,4 (8,8-20,0) | 32,4** (24,6-40,2) |
| Galletas dulces | 24,3 (17,8-30,7) | 31,3 (25,6-36,9) | 20,7 (14,5-26,9) | 4,0** (0,8-7,2) | 26,1 (19,1-33,2) | 22,5 (15,6-29,5) |
| Yogurt | 28,3 (21,5-35,1) | 30,9 (25,3-36,5) | 30,8 (23,7-37,8) | 10,7** (5,7-15,8) | 23,5 (16,7-30,3) | 44,4** (36,1-52,6) |
| Leche | 23,7 (17,3-30,1) | 28,6 (23,1-34,1) | 31,4 (24,3-38,4) | 10,1** (5,2-15,0) | 24,8 (17,9-31,8) | 43,0** (34,7-51,2) |
| Hot-dogs | 25,6 (19,0-32,2) | 25,2 (19,9-30,5) | 18,9 (13,0-24,9) | 17,4 (11,3-23,6) | 15,7 (10,0-21,5) | 26,8* (19,4-34,1) |

Test Chi2: * p <0,01 ** p < 0,001 IC 95%: Intervalo de confianza al 95%

TABLA 4
Alimentos que los escolares llevan habitualmente desde su hogar al colegio, según ciudad y NSE. Chile 2010.

| Alimentos | Arica n=435 | | Santiago N=318 | | Chillán n=295 | |
|------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Medio Alto (n= 173) % (IC95%) | Medio Bajo (n=262) % (IC95%) | Medio Alto (n= 169) % (IC95%) | Medio Bajo (n= 149) % (IC95%) | Medio Alto (n=153) % (IC95%) | Medio Bajo (n= 142)% (IC95%) |
| Galletas | 45,6 (38,2-53,2) | 51,9 (45,8-58,0) | 40,2 (32,7-47,7) | 28,9* (21,5-36,2) | 31,4 (23,9-38,8) | 19,0* (12,5-25,5) |
| Fruta | 32,4 (25,3-39,4) | 47,1* (41,0-53,2) | 49,1 (41,5-56,7) | 16,1** (10,1-22,1) | 13,1 (7,6-18,4) | 15,5 (9,4-21,5) |
| Yogurt | 29,5 (22,6-36,3) | 43,9* (37,8-49,9) | 29 (22,1-35,9) | 33,6 (25,9-41,2) | 14,4 (8,7-20,0) | 14,1 (8,3-19,9) |
| Leche | 16,2 (10,6-21,7) | 13,7 (9,5-17,9) | 33,1 (26,0-40,3) | 7,4** (31,4-11,6) | 11,8 (6,6-16,9) | 4,2* (0,8-7,5) |
| Pan con agregado | 41,6 (34,2-49,0) | 47,5 (41,4-53,6) | 32 (24,9-39,1) | 9,4** (4,7-14,1) | 4,6 (1,2-7,9) | 6,3 (0,2-1,0) |
| Papas fritas | 10,5 (5,8-15,1) | 12,2 (8,2-16,2) | 8,3 (4,1-12,5) | 15,4* (9,6-21,3) | 3,9 (0,8-7,0) | 10,6* (5,4-15,7) |
| Chocolates | 8,1 (3,9-12,1) | 11,9 (7,9-15,8) | 10,7 (5,9-15,3) | 3,4* (0,4-6,2) | 7,2 (3,1-11,3) | 4,2 (0,8-7,5) |

Test Chi2: * p < 0,05 ** p <0,001 IC 95%:Intervalo de confianza al 95%

TABLA 5

Alimentos que los escolares compran habitualmente con su dinero, según ciudad y NSE. Chile 2010.

| NSE | Arica n=435 | | Santiago n=318 | | Chillán n=295 | |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | Medio Alto (n= 173) % (IC95%) | Medio Bajo (n=262) % (IC95%) | Medio Alto (n= 169) % (IC95%) | Medio Bajo (n= 149) % (IC95%) | Medio Alto (n=153) % (IC95%) | Medio Bajo (n= 142) % (IC95%) |
| Galletas dulces | 37,6 (30,3-44,9) | 48,5 (42,4-54,6) | 20,1 (14,0-26,2) | 38,3** (30,4-46,1) | 31,4 (23,9-38,8) | 51,4** (43,1-59,7) |
| Confites | 25,4 (18,9-22,0) | 30,2 (24,6-35,7) | 20,8 (14,2-27,4) | 24,3** (17,7-30,2) | 35,9 (28,3-43,6) | 28,2** (20,7-35,7) |
| Papas fritas | 33,5 (26,4-40,6) | 45,4 (39,4-51,5) | 40,2 (2,8-47,7) | 33,6 (25,9-41,2) | 31,4 (23,9-38,8) | 45,8 (37,5-54,1) |
| Chocolates | 27,8 (21,0-34,5) | 36,6 (30,8-42,5) | 27,2 (20,4-34,0) | 15,4* (9,6-21,3) | 34 (26,4-41,6) | 53,5** (45,2-61,8) |
| Refrescos c/azúcar | 37,6 (20,3-44,9) | 47,1 (41,0-53,2) | 26,8 (20,0-33,6) | 29,5 (22,1-36,9) | 35,3 (27,6-43,0) | 24,7 (17,5-31,8) |
| Helados | 19,7 (13,7-25,6) | 32,1* (26,4-37,7) | 20,7 (14,5-26,9) | 20,1 (13,6-26,6) | 39,2 (31,4-47,0) | 43,7 (35,4-51,9) |
| Hot-dogs | 22,5 (16,3-28,8) | 26 (20,6-31,3) | 15,4 (9,9-20,9) | 26,8** (19,6-34,0) | 27,5 (20,3-34,6) | 38,0** (29,9-46,1) |
| Yogurt | 8,7 (4,4-11,9) | 9,9 (6,3-13,6) | 11,2 (6,4-16,1) | 8,7 (4,1-13,3) | 1,3 (-0,5-0,8) | 16,2** (10,1-22,3) |
| Leche | 7,5 (3,5-11,5) | 6,1 (3,2-9,0) | 8,9 (4,5-13,2) | 4 (0,8-7,2) | 4,6 (1,2-7,9) | 10,6* (5,4-15,7) |
| Fruta | 7,5 (3,5-11,5) | 6,9 (3,8-9,9) | 11,2 (6,4-16,1) | 2,7** (0,1-5,3) | 0,65 (0,0-1,9) | 9,9** (4,9-14,8) |
| Pan con agregado | 24,9 (18,4-31,4) | 11,5** (7,6-15,3) | 7,7 (3,6-11,8) | 5,4 (1,7-9,0) | 0,7 (0,0-1,9) | 2,1 (0,0-4,5) |

Test Chi2: * p< 0,01 ** p<0,001 IC 95%: Intervalo de confianza al 95%

Con los resultados de este estudio se concluye que la promoción de alimentos y bebidas apreciada por los niños no sólo se refiere a la que ven en la televisión, sino también a la que encuentran en supermercados, la calle, centros comerciales, internet y otros. Los productos promocionados preferidos por los niños, corresponden a alimentos de alta densidad energética, ricos en grasas saturadas, azúcar y sal y coinciden con los que compran habitualmente con su dinero. La implementación de las recomendaciones sobre este tema presentadas en las últimas Asambleas Mundiales de Salud de la OMS, se convierte así en un tema a ser seriamente abordado por todos los países, en especial en aquellos en los que la continua tendencia al incremento de la prevalencia de obesidad parece no tener fin, como es el caso de Chile.

REFERENCIAS

1. Kain J, Uauy R, Vio F, Albala C. Trends in overweight and obesity prevalence in Chilean children: comparison of three definitions. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 200-4.
2. Muzzo S, Burrows R, Cordero J, Ramirez I. Trends in nutritional status and stature among school-age children in Chile. *Nutrition* 2004; 20: 867-72.
3. World Health Organization. Childhood obesity. Report of a WHO Expert Meeting. Geneva: WHO; 2006.
4. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; 5(Suppl 1): 4- 104.
5. Del Río B, Velásquez O, Sánchez C, Lara A, Berber A, Fanghanel G, et al. The high prevalence of overweight and obesity in Mexican children. *Obes Res* 2004; 12(2): 215-23.
6. Flynn MA, McNeil DA, Maloff D, Mutasingwa D, Wu M, Ford C, et al. Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with 'best practice' recommendations. *Obes Rev* 2006; 7 (Suppl 1): 7-66.
7. World Health Organization. Global strategy on diet, physical activity and health. Resolution WHAS 57.17. In: Fifty-seventh World Health Assembly. Geneva: WHO; 2004.
8. World Health Organization. Marketing of food and

- non-alcoholic beverages to children. Report of a WHO Forum and Technical Meeting. Oslo: WHO; 2006.
9. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: WHO; 2003. (WHO Technical Report Series 916).
 10. Hastings G, McDermott L, Angus K, Stead M, Thompson S. The extent, nature and effects of food promotion to children: a review of the evidence. Geneva: World Health Organization; 2006. Disponible en URL: http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/marketing_evidence_2007/en/index.html o http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241595247_eng.pdf
 11. Cairns G, Angus K, Hastings G. The extent, nature and effects of food promotion to children: a review of the evidence to December 2008. Geneva: World Health Organization; 2009. Disponible en URL: http://www.who.int/dietphysicalactivity/Evidence_Update_2009.pdf. Acceso 1 de agosto de 2010.
 12. Institute of Medicine. National Academy of Sciences. Food marketing to children and youth. Threat or opportunity? McGinnis JM, Appleton J, Krook V, eds. Washington D.C: National Academies Press; 2006.
 13. Salinas J, Vio F. Política de promoción de la salud en Chile. En: Albala C, Olivares S, Salinas J, Vio F, eds. Bases, prioridades y desafíos de la promoción de la salud. Santiago: Ministerio de Salud/Vida Chile/Universidad de Chile/INTA; 2004.
 14. Ministerio de Educación. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Estado nutricional de niños que ingresan a primer año básico. Disponible en URL: <http://zeus.junaeb.cl/MapaNutricionalGx/>. Acceso 5 de abril de 2011.
 15. Olivares S, Albala C, García F, Jofré I. Publicidad televisiva y preferencias alimentarias en escolares de la Región Metropolitana. *Rev Méd Chile* 1999; 127(7): 791-9.
 16. Olivares S, Yáñez R, Díaz N. Publicidad de alimentos y conducta alimentaria en escolares de 5° a 8° básico. *Rev Chil Nutrición* 2003; 30(1): 36-42.
 17. Swinburn B, Sacks G, Lobstein T, Rugby N, Baur L, Brownell K, et al. International Obesity Task Force Working Group on Marketing to Children. The "Sydney Principles" for reducing the commercial promotion of foods and beverages to children. *Public Health Nutrition* 2008; 11(9): 881-6.
 18. World Health Organization. Sixty-Third World Health Assembly. WHA 63.14. Agenda item 11.9. Marketing of food and non-alcoholic beverages to children. Geneva: WHO; 21 May 2010.
 19. World Health Organization. Sixty-first World Health Assembly. Executive Board EB 126/12. Prevention and control of non-communicable disease: implementation of the global strategy. Geneva: WHO; May 2008.
 20. Ministerio de Salud. Estrategia global contra la obesidad (EGO-Chile). Disponible en URL: <http://www.ego-chile.cl>. Acceso 2 de junio de 2010.
 21. Olivares S, Zacarías I, Andrade M, Kain J, Lera L, Vio F, Morón C. Nutrition education in Chilean primary schools. *Food Nutr Bull* 2005; 26 (Suppl 2): S179-85.
 22. Kain J, Uauy R, Leyton B, Cerda R, Olivares S, Vio F. Efectividad de una intervención en educación alimentaria y actividad física para prevenir obesidad en escolares de la ciudad de Casablanca, Chile 2003-2004. *Rev Méd Chile* 2008; 136: 22-30.
 23. Hawkes C. Marketing food to children: changes in the global regulatory environment 2004-2006. Geneva: World Health Organization, 2006.
 24. República de Chile. Instituto Nacional de Estadísticas. XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda. Santiago: INE; 2002.
 25. República de Chile. Instituto Nacional de Estadísticas. Clasificación socioeconómica de hogares de Chile. Enfoque estadístico. Santiago: INE; 2005.
 26. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 10. College Station, TX: StataCorp LP. 2007.
 27. Uribe R, Hidalgo V, Martínez C, Muñoz R. La influencia de la publicidad televisiva en los niños: Qué sabemos del problema en Chile. *Revista Economía y Administración* 2006; 152: 22-8.
 28. Olivares S, Bustos N, Lera L, Zelada ME. Estado nutricional, consumo de alimentos y actividad física en escolares mujeres de diferente nivel socioeconómico de Santiago de Chile. *Rev Méd Chile* 2007; 135: 71-8.
 29. Norton PA, Falciglia GA, Ricketts C. Motivational determinants of food preferences in adolescents and pre-adolescents. *Ecol Food Nutr* 2000; 39(3): 169-82.
 30. Bustos N, Kain J, Leyton B, Olivares S, Vio F. Colaciones habitualmente consumidas por niños de escuelas municipalizadas: motivaciones para su elección. *Rev Chil Nutr* 2010; 37(2): 178-83.
 31. Vio F, Zacarías I, González D. Implementación de un programa de promoción del consumo de frutas y verduras. Corporación 5 al Día Chile. En: S Olivares, M Leporati, Villalobos P, L Barría, eds. Contribución de la política agraria al consumo de frutas y verduras en Chile: un compromiso con la nutrición y la salud de la población. Santiago: Ministerio de Agricultura/INTA/Corporación 5 al Día Chile; 2008. p. 25-42.
 32. Consejo de Autorregulación y Ética publicitaria (CONAR). Código Chileno de ética publicitaria. Texto aprobado el 16 de Marzo de 2007. Disponible en URL: <http://www.conar.cl>. Acceso 8 de julio de 2010.

Recibido: 12-08-2010
 Aceptado: 03-05-2011

Satisfacción con la alimentación en personas Mapuche en la Región Metropolitana de Santiago, Chile.

Berta Schnettler, Horacio Miranda, José Sepúlveda, Marianela Denegri, Marcos Mora y Germán Lobos.

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Talca. Talca, Chile.

RESUMEN. Si bien el estudio y medición de la satisfacción con la vida ha generado gran interés en los últimos 15 años, existen pocos trabajos que aborden la satisfacción con la alimentación. Con el objetivo de identificar variables que influyen en la satisfacción con la alimentación en personas Mapuche, se aplicó una encuesta a 400 sujetos pertenecientes a esta etnia en la Región Metropolitana de Santiago, Chile. El cuestionario incluyó las escalas SWFL (Satisfaction with Food-related Life), de estilos de vida y alimentación y aculturación mapuche. Se obtuvo que el 41,0% está extremadamente satisfecho, 40,5% satisfecho, 17,2% medianamente satisfecho y 1,2% insatisfecho con su alimentación. Para identificar variables que influyen en la satisfacción con la alimentación se planteó un modelo logit multinomial ordinal, el cual fue significativo ($p < 0,01$) en su conjunto. La probabilidad de una alta satisfacción con la propia alimentación aumenta en la medida que en el hogar de la persona viven menos niños, realiza un mayor gasto en alimentación, consume algunos alimentos mapuche, tiene 55 años o más, modera el consumo de carnes rojas, consume alimentos sin aditivos, procura equilibrar el trabajo y la vida privada, no lee las etiquetas de los productos y si tuvo amigos mapuche en la escuela. Por tanto, la satisfacción con la propia alimentación en personas Mapuche de la Región Metropolitana se relaciona con variables demográficas, gasto en alimentación, consumo de alimentos mapuche y estilo de vida.

Palabras clave: Satisfacción con la alimentación, alimentos mapuche, logit multinomial ordinal.

SUMMARY. Food satisfaction in Mapuche persons in the Metropolitan Region of Santiago, Chile. Although the study and measurement of satisfaction with life has generated great interest in the last 15 years, there are few works which address satisfaction with food-related life. In order to identify variables which have an influence on satisfaction with food-related life among Mapuche persons, a survey was applied to 400 Mapuche subjects in the Santiago Metropolitan Region, Chile. The scales evaluated in the questionnaire included: SWFL (Satisfaction with Food-related Life), lifestyles, food, and Mapuche acculturation. It was found that 41.0% were extremely satisfied, 40.5% satisfied, 17.2% somewhat satisfied and 1.2% dissatisfied with their food-related life. To identify variables which have an influence on satisfaction with food, an ordinal multinomial logit model was proposed, which was significant ($p < 0.01$) as a whole. The probability of high satisfaction with food-related life increases as there are fewer children in the household, the person's expenditure on food increases, the person consumes some Mapuche foods, is aged 55 or more, consumes red meat in moderation, consumes foods without additives, try to balance work and private life, does not read the labels of products, and if he/she had Mapuche friends at school. Thus satisfaction with food-related life in Mapuche persons in the Metropolitan Region is related to demographic variables, expenditure on food, consumption of Mapuche foods and life-style.

Key words: Satisfaction with food-related life, Mapuche foods, ordinal multinomial logit.

INTRODUCCIÓN

El estudio y la medición de la satisfacción con la vida ha generado gran interés en los últimos 15 años (1), pero se ha enfocado especialmente en medir los resultados del cuidado de la salud y de los servicios sociales (2). Por este motivo, aún existe escasa investigación en torno a otras dimensiones de las necesidades de las personas. Dentro de éstas, la alimentación humana se ha convertido en uno de los temas

principales de discusión dentro del ámbito científico, dado que además de la evidente relación entre la alimentación y la salud, el consumo de alimentos se encuentra mediado por muchos factores al margen de los estrictamente nutricionales. La elección de los alimentos ha sido reconocida como un proceso que conlleva fuerzas psicológicas, sociales, culturales, económicas y biológicas (3). Los alimentos contribuyen al bienestar físico de las personas, son una importante fuente de placer y ocupan parte importante de la vida de las per-

sonas (4). Los alimentos cumplen una función utilitaria para el cuerpo, pero actúan como un producto hedónico y de construcción social que lleva a una auto definición de la persona (5). A pesar que son escasos los estudios respecto a la satisfacción con la alimentación (6), existe evidencia que asocia la satisfacción o bienestar de las personas con la alimentación (7-12) y con las preferencias hacia alimentos (13). Recientemente, se ha detectado que un buen estado de salud se relaciona con una mayor satisfacción con la alimentación (14).

Varios autores señalan la importancia de la alimentación en los significados culturales, psicológicos, sociales y simbólicos (15, 16), éstos últimos asociados a alimentos específicos, su forma de producción y preparación y los hábitos de alimentación (16). Los alimentos juegan un rol fundamental en el desarrollo temprano de las personas, se asocian a la cultura y folklore de los pueblos (5). Los Mapuche constituyen el grupo aborigen más grande de Chile y uno de los más grandes del continente. Si bien habitan en todo el territorio nacional, se concentran en la Región de La Araucanía (33,6%) y en la Región Metropolitana de Santiago (30,3%) (17). Diversos autores han sugerido y/o confirmado la existencia de un paulatino proceso de aculturación colectiva de los mapuche hacia la cultura chilena mayoritaria (18-20). Un factor importante en este proceso ha sido la migración rural-urbana y desde la zona sur del país a la Región Metropolitana de Santiago. Esto incide en el incremento del proceso de aculturación, y también en la falta de continuidad y mantención de la cultura mapuche por parte de los migrantes, lo que repercute en la transmisión oral que afecta la reproducción de la cultura original (20). La aculturación ha significado cambios en variados aspectos, siendo la alimentación uno de ellos (18, 19, 21). Antes de 1960, el acceso a los alimentos procedía de la producción agrícola y de las prácticas de recolección de frutos y especies del bosque nativo. Probablemente la multiplicación de los medios de transporte y la construcción de caminos, durante la década de los 80-90, permitió el ingreso a las comunidades de alimentos y productos traídos desde la urbe (hierba mate, azúcar, aceite, fideos, arroz), los cuáles en la actualidad son ampliamente utilizados en la dieta de cada familia (20, 21).

En base a estos antecedentes, el objetivo principal de esta investigación fue analizar la satisfacción con la alimentación en un grupo de personas pertenecientes a la etnia Mapuche residentes en la Región Metropoli-

tana de Santiago, Chile. Además, se estudian las variables que influyen en dicha satisfacción mediante la aplicación de un modelo logit multinomial ordinal. Considerando el proceso de aculturación alimentaria de las personas Mapuche, se dio especial énfasis en determinar si el consumo de alimentos tradicionales de la etnia influye en la satisfacción con la alimentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta personal a una muestra de 400 personas Mapuche que viven en la Región Metropolitana, cuyo número se obtuvo mediante la fórmula de muestreo aleatorio simple para poblaciones no finitas ($N > 100.000$), considerando 95% de confianza y 5% de error de estimación con p y q de 0,5 (22).

Como instrumento de recogida de información se utilizó un cuestionario estructurado. La primera pregunta correspondió a la escala SWFL (Satisfaction with Food-related Life), que fue propuesta y probada por Grunert et al. (2) en ocho países europeos, mostrando adecuados niveles de consistencia interna y la existencia de una sola dimensión que agrupa los cinco ítems de la escala: 1. Los alimentos y comidas son elementos muy positivos en mi vida. 2. Yo estoy muy complacido con mi alimentación. 3. Mi vida en relación a los alimentos y comidas se acerca al ideal. 4. Respecto a los alimentos, mi condición de vida es excelente. 5. Los alimentos y comidas me proporcionan gran satisfacción en mi vida diaria. El encuestado debió responder su grado de acuerdo con cada una de estas afirmaciones mediante una escala tipo Likert de 6 niveles (1: completamente en desacuerdo, 6: completamente de acuerdo). Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis factorial de componentes principales (23), a partir del cual se obtuvo la existencia de un solo factor para el total de los ítems con el 58% de la varianza explicada. El coeficiente α Cronbach obtenido (0,819) indica un adecuado nivel de consistencia interna y permite concluir que se trata de una escala fiable (24).

En relación al consumo de alimentos, se les consultó el gasto mensual en este ítem. Los valores de gasto en alimentos en moneda nacional (\$ chilenos) fueron convertidos a dólares usando el valor promedio de 2009 (\$559,61/US\$) (25). A continuación se les consultó si consumen los siguientes alimentos y bebidas tradicionales mapuche: mudai (chicha elaborada con trigo machacado, pelado y hervido, fermentado varios días),

tortilla de rescoldo (pan de harina de trigo cocido en ceniza caliente), catutos o mültrün (trigo sancochado molido, se le da forma alargada), pantrucas (masa de harina de trigo en forma cuadrada y huevo, cocido en caldo), charqui (carne deshidratada cubierta con sal y expuesta al sol), carne de caballo, piñón o pehuén (fruto de la *Araucaria araucana*. Comúnmente se come cocido), apol (hígado de cordero con ají, comino, sal, cilantro y aceite), ñachi (sangre de cordero con sal, cilantro, ají, limón y aceite), digüñes (*Cyttaria* spp. Hongos parásitos que crecen sobre las ramas de algunos árboles nativos, especialmente el roble, también en coigües y otras especies del género *Nothofagus*), changles (*Ramaria* sp. Hongo de otoño e invierno que crece en el suelo de bosques esclerófilos o en las quebradas de bosque nativo caducifolio del sur de Chile), müllokin (a base de arvejas cocidas molidas, hechas pelotitas) y merkén (ají seco en vaina tostado, semilla de cilantro, sal y pimienta) (respuesta cerrada: sí, no). Si los encuestados respondían en forma afirmativa, se les consultó la frecuencia de consumo de estos alimentos (respuesta mixta: frecuentemente, sólo en fiestas familiares, sólo en celebraciones propias de la cultura mapuche, en la temporada en que el alimento está disponible, otra frecuencia de consumo). Adicionalmente, se consultó respecto al origen de los alimentos tradicionales consumidos más frecuentemente en el hogar (respuesta cerrada: preparados en casa, comprados).

A continuación los encuestados debieron responder la escala de estilo de vida y alimentación propuesta por Sánchez et al. (26) que se compone de 15 ítems para ser contestada en forma de escala de Likert de cinco puntos (1: no lo hace; 5: siempre). Los ítem de la escala son los siguientes: Controla la ingesta de sal. Practica una dieta vegetariana. Hace ejercicio con regularidad. Procura no comer alimentos industrializados. Come con frecuencia frutas y verduras. Come con moderación carne roja. Pertenece a una asociación de defensa de la naturaleza. Procura comer alimentos sin aditivos. Periódicamente chequea su salud voluntariamente. Procura reducir el estrés. Colabora con Organizaciones no Gubernamentales. Visita al dentista con regularidad. Procura llevar una vida ordenada y metódica. Procura equilibrar trabajo con vida privada. Lee las etiquetas de los productos.

Se incluyó una adaptación de la escala de aculturación mapuche desarrollada por Saiz et al. (18), que permite distinguir cuatro tipos aculturativos de acuerdo al

grado en que una persona se involucra en la cultura original y en la cultura foránea: bicultural (alto grado de involucramiento en ambas culturas), marginal (bajo involucramiento en ambas culturas), no aculturado (alto involucramiento en la cultura de origen pero bajo en la cultura foránea) y aculturado (bajo involucramiento en la cultura de origen pero alto en la cultura foránea). A la escala original se le eliminaron aquellos ítems relacionados con la alimentación. Así la escala quedó conformada por 20 ítems respecto al uso del lenguaje mapudungun o español, relaciones de amistad con personas mapuche o chilenas, participación en ceremonias y organizaciones mapuche, entre otros aspectos. Finalmente, se incluyeron preguntas de clasificación socio-demográfica de los encuestados: género, edad, número de integrantes del grupo familiar; zona de residencia, estado civil, número de hijos o niños que viven en el hogar y sus edades, ocupación y estudios del jefe de hogar y, la tenencia de 10 bienes domésticos. Estas dos últimas variables permiten determinar el nivel socioeconómico (NSE), según Adimark (27), correspondiente a ABC1 (alto y medio alto), C2 (medio-medio), C3 (medio-bajo), D (bajo) y E (muy bajo).

La encuesta fue aplicada al azar a personas mapuche que concurren a la oficina de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) de la ciudad de Santiago, entre agosto y noviembre de 2009. Previo a esto se realizó la validación del cuestionario mediante un pretest con el 5% de la muestra. La realización del estudio fue aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Los participantes firmaron consentimientos informados previo a la aplicación del cuestionario.

Análisis estadístico

El análisis de los resultados fue realizado con el programa SPSS 16.0 en español para Windows. Con el objeto de contrastar la influencia de distintas variables explicativas en la satisfacción con la alimentación en personas de etnia mapuche, se planteó un modelo logit multinomial ordinal (28, 29), considerando como variable dependiente el nivel de satisfacción con la alimentación. Los parámetros del modelo logit fueron estimados por el método de máxima verosimilitud (28). Se utilizaron las siguientes medidas de la bondad de ajuste del modelo: de Nagelkerke (Pseudo-R²), -2 log de verosimilitud y la prueba de Hosmer-Lemeshow.

Para medir la significancia estadística de las variables explicativas se utilizó el estadístico Wald. La especificación de la variable dependiente y explicativas que resultaron significativas en el modelo generado se presentan en la Tabla 1.

RESULTADOS

La Tabla 2 presenta la composición de la muestra encuestada de personas mapuche. Esta estuvo compuesta principalmente por mujeres, personas entre 35 y 54 años, casados o que viven en pareja, de grupos familiares formados por tres a cuatro integrantes, sin presencia de hijos o niños en el hogar, residentes en la zona urbana de la Región Metropolitana, con estudios medios completos, empleados particulares, del nivel socioeconómico C3. El promedio de hijos o niños que viven en el hogar del encuestado fluctuó entre 0 y 6, con un promedio de 1,21 (Desv. típica: 1,158). El gasto promedio mensual en alimentos correspondió a US\$

202,4 (Desv. Típica: 107,5). Los resultados de la escala de aculturación permitieron identificar a la mayor proporción de la muestra como aculturados o biculturales, con un coeficiente α Cronbach que indica que la escala es fiable (27). La escala de estilo de vida y alimentación arrojó cuatro estilos de vida, predominando las personas preocupadas por la alimentación, salud y vida ordenada (Tabla 2). En esta escala el coeficiente α Cronbach fue levemente inferior a 0,7. Respecto a la escala de satisfacción con la propia alimentación (SWFL), predominaron los sujetos satisfechos (40,5%) y extremadamente satisfechos (41,0%) con su alimentación (Tabla 3).

El 85,6% de la muestra indicó que los alimentos tradicionales consumidos son preparados en el hogar, mientras el 14,5% señaló que los compra. La Tabla 4 presenta la proporción de personas encuestadas que indicó consumir los alimentos tradicionales consultados y su frecuencia de consumo. Dentro de los alimentos más consumidos destacan las pantrucas, tortillas de

TABLA 1.

Definición de variables dependiente y explicativas para el modelo de regresión logit multinomial para medir la satisfacción con la propia alimentación en personas mapuche de la Región Metropolitana, Chile.

| Modelo Satisfacción alimentación | Dimensión | Categoría | Código (valores) | Definición (etiqueta) |
|-------------------------------------|--------------|-------------|------------------|------------------------------|
| Variable dependiente: | | | | |
| Satisfacción con la alimentación | Subjetiva | Multinomial | 0 | Extremadamente insatisfecho |
| | | | 1 | Insatisfecho |
| | | | 2 | Medianamente satisfecho |
| | | | 3 | Satisfecho |
| | | | 4 | Extremadamente satisfecho |
| Variabes explicativas: | | | | |
| Gasto | Ingresos | Continua | . | Gasto en alimentación |
| Cantidad de niños | Demográfica | Continua | . | Niños que viven en el hogar |
| Origen alimentos | Alimentación | Binaria | 0/1 | Preparados en casa/Comprados |
| Consume Tortilla de rescoldo | Alimentos | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Consume Pantrucas | Alimentos | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Consume Charqui | Alimentos | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Consume Ñachi | Alimentos | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Edad del encuestado | Demográfica | Multinomial | 0 | Menos de 35 años |
| | | | 1 | Entre 35 y 54 años |
| | | | 2 | 55 años o más |
| Modera consumo de carne roja | Salud | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Come alimentos sin aditivos | Salud | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Equilibra trabajo y vida privada | Salud | Binaria | 0/1 | No/Si |
| Lee etiquetas de los productos | Información | Binaria | 0/1 | No/Si |
| En la escuela tenía amigos mapuches | Social | Binaria | 0/1 | No/Si |

TABLA 2

Descripción porcentual de la muestra de personas mapuche encuestadas en la Región Metropolitana, Chile, noviembre de 2009.

| Característica | % | |
|--|--|------|
| Género | Femenino | 68 |
| | Masculino | 32 |
| Edad | < 35 años | 33,2 |
| | 35-54 años | 48,2 |
| | 55 años y más | 18,5 |
| Estado civil | Soltero(a) | 30,8 |
| | Separado(a)/Divorciado(a) | 6,2 |
| | Casado/Vive en pareja | 59,8 |
| | Viudo(a) | 3,2 |
| Tamaño de la familia | 1-2 integrantes | 17,8 |
| | 3-4 integrantes | 45,8 |
| | 5 integrantes o más | 36,5 |
| Presencia y edad de los hijos | Sin niños en el hogar | 34 |
| | Niños o hijos menores de 5 años | 25,8 |
| | Niños o hijos entre 5 y 13 años | 28,8 |
| Zona de residencia | Niños o hijos entre 14 y 17 años | 11,5 |
| | Vive en la zona urbana de la Región Metropolitana | 99,2 |
| | Vive en una pequeña ciudad | 0,8 |
| Estudios | Sin estudios | 2 |
| | Básica incompleta | 19 |
| | Básica completa | 13,8 |
| | Media incompleta | 12,5 |
| | Media completa | 35 |
| | Técnica incompleta | 1,8 |
| | Técnica completa o universitaria incompleta | 11,8 |
| Ocupación | Universitaria completa o más | 4,2 |
| | Trabajador por cuenta propia ¹ | 21,2 |
| | Empresario ² | 2,8 |
| | E. particular | 55,8 |
| | E. público | 6,2 |
| | Jubilado | 7 |
| | Cesante | 5,5 |
| Nivel socioeconómico | Otra | 1,5 |
| | ABC1 | 6,2 |
| | C2 | 23,2 |
| | C3 | 40,5 |
| | D | 27 |
| Aculturación (α de Cronbach: 0.768) | E | 3 |
| | Aculturado | 47,2 |
| | No aculturado | 0,6 |
| Estilo de vida y alimentación (α de Cronbach: 0.646) | Bicultural | 52,2 |
| | Despreocupados por la alimentación y la salud | 17,1 |
| | Preocupados por la salud y vida ordenada | 26,2 |
| | Preocupados por la alimentación | 25,8 |
| | Preocupados por la alimentación, salud y vida ordenada | 30,9 |

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

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

TABLA 3

Descripción porcentual de la muestra (%) según grado de satisfacción con su alimentación en personas de etnia mapuche. Región Metropolitana, Chile, noviembre de 2009.

| | Satisfacción con la alimentación |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Extremadamente insatisfecho | 0 |
| Insatisfecho | 1,2 |
| Medianamente satisfecho | 17,2 |
| Satisfecho | 40,5 |
| Extremadamente satisfecho | 41 |
| Varianza explicada (%) | 58,049 |
| α Cronbach | 0,819 |

rescoldo y el merkén, mientras que los menos consumidos fueron los changles, el apol y el müllokin. Paralelamente, destacan las pantrucas y el merkén por ser los alimentos consumidos en mayor proporción frecuentemente, el mudai por el superior porcentaje de consumo asociado a celebraciones culturales propias de la etnia mapuche y, los piñones y digüeñes por ser consumidos principalmente en la temporada de disponibilidad. Las respuestas que señalaron otra frecuencia u ocasión de consumo correspondieron, principalmente, a consumo durante visitas a su región de origen en el sur de Chile o cuando sus familiares les envían estos alimentos por encomienda hasta la ciudad de Santiago.

El modelo logit multinomial estimado resultó significativo en su conjunto ($p \leq 0,01$), lo cual significa que el modelo es un buen predictor según las pruebas de Nagelkerke, -2 log de verosimilitud y Hosmer-Lemeshow (Tabla 5). De todas las variables probadas en el modelo resultaron significativas ($p < 0,01$) el consumo de tortillas de rescoldo, charqui y ñachi. Además, resultaron significativas ($p < 0,05$) la cantidad de niños en el hogar, el gasto en alimentación, la

TABLA 4
Consumo y frecuencia de consumo de alimentos tradicionales (%) en personas mapuche de la Región Metropolitana, Chile, noviembre de 2009.

| Alimento | Consumo | Frecuencia de consumo | | | | |
|----------------------|---------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|------|
| | | Frecuentemente | Fiestas familiares | Fiestas culturales | Temporada de disponibilidad | Otra |
| Mudai | 49,2 | 2 | 3 | 17,5 | 7 | 19,2 |
| Tortilla de rescoldo | 86 | 17,8 | 4,2 | 7 | 28,8 | 28,2 |
| Catutos o Mültrun | 49,5 | 5,8 | 1,8 | 9,2 | 12 | 20,8 |
| Pantrucas | 92,5 | 62 | 0,2 | 0,2 | 27,2 | 2,8 |
| Charqui | 54,2 | 16,2 | 0,5 | 0,5 | 30,8 | 6,2 |
| Carne de caballo | 36,5 | 10,5 | 1,8 | 1,5 | 16,8 | 6 |
| Piñones | 55,8 | 4,5 | 2,8 | 0 | 37,8 | 10,8 |
| Apol | 19,2 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 15,8 |
| Ñachi | 35,5 | 0,2 | 3,2 | 1,8 | 1,8 | 28,5 |
| Digüeñes | 58,2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 43 | 13,8 |
| Changle | 22,8 | 0,2 | 0,2 | 0 | 15,2 | 7 |
| Mullokin | 12 | 3,2 | 0,2 | 1,2 | 5,5 | 1,8 |
| Merkén | 74,5 | 52,5 | 1 | 0,5 | 18,5 | 2 |

edad, si la persona modera el consumo de carnes rojas y si en la escuela tenía amigos del mismo origen étnico. Las variables origen de los alimentos mapuche, consumo de pantrucas, el consumo de alimentos sin aditivos, si la persona equilibra el trabajo con la vida privada y la lectura de las etiquetas de los productos, resultaron significativas al nivel $p < 0,1$. Considerando el signo de los coeficientes y las categorías de comparación del modelo logit (Tabla 5), se concluye que:

- Es posible esperar una mayor probabilidad de alta satisfacción con la alimentación mientras menor sea la cantidad de niños que vive en el hogar.
- Es posible esperar una mayor probabilidad de alta satisfacción con la alimentación en la medida que aumente el gasto en alimentos.
- Es posible esperar una reducción en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si los alimentos tradicionales mapuche son preparados en el hogar, en comparación con las personas que los compran.
- Es posible esperar una reducción en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si la persona no consume tortillas de rescoldo, pantrucas, charqui y ñachi, en comparación con las personas que si consumen estos alimentos tradicionales mapuche.
- Si el encuestado posee entre 35 y 54 años disminuye la probabilidad de alta satisfacción con

la alimentación con respecto de personas con 55 años o más, siendo esta última la categoría de comparación. La misma conclusión se obtiene para las personas menores de 35 años.

- Si el encuestado declara no moderar el consumo de carnes rojas disminuye la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación, con respecto a las personas que si moderan el consumo de este tipo de carne.
- Es posible esperar una reducción en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si la persona no procura consumir alimentos sin aditivos, en comparación con la persona que indicó comer alimentos sin aditivos.
- La probabilidad de alta satisfacción con la alimentación se reduce si la persona no procura equilibrar el trabajo con la vida privada, en contraste con la persona que si lo hace.
- Si la persona no lee las etiquetas de los productos antes de comprar, la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación aumenta en comparación con aquella persona que revisa las etiquetas de los productos.
- Es posible esperar una menor probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si la persona no tuvo amigos de origen mapuche en la época de escuela, con respecto a aquellos que tuvieron amigos del mismo origen étnico.

TABLA 5 Resultados del modelo logit multinomial de satisfacción con la propia alimentación en personas Mapuche en la Región Metropolitana, Chile.

| Variable dependiente: Grado de Satisfacción con la propia alimentación | Beta | Wald | Sig. | 95% Límites de intervalo de confianza para Beta | |
|--|----------------|-----------------|-----------------------|---|------------|
| | | | | Inferior | Superior |
| Umbral | | | | | |
| γ_1 Insatisfecho | ***-6,418 | | 0,001 | -10,105 | -2,732 |
| γ_2 Medianamente Satisfecho | *-3,453 | | 0,053 | -6,948 | 0,042 |
| γ_3 Satisfecho | -1,017 | | 0,566 | -4,489 | 2,455 |
| Cantidad de niños en el hogar | **0,334 | 5,224 | 0,022 | -0,62 | -0,048 |
| Gasto en alimentación | **0,006 | 4,117 | 0,042 | -3,32 E-007 | 1,59 E-005 |
| Origen alimentos | | | | | |
| Preparados en casa | *-1,592 | 3,659 | 0,056 | -3,223 | 0,039 |
| Comprados | 0 ^c | | . | . | . |
| Consumo Tortilla de rescoldo | | | | | |
| No | ***-1,567 | 8,292 | 0,004 | -2,633 | -0,5 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Consumo Pantrucas | | | | | |
| No | *-1,216 | 3,342 | 0,068 | -2,521 | 0,088 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Consumo Charqui | | | | | |
| No | ***-0,947 | 7,404 | 0,007 | -1,628 | -0,265 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Consumo Ñachi | | | | | |
| No | ***-1,016 | 8,864 | 0,003 | -1,685 | -0,347 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Edad del encuestado | | | | | |
| Menos de 35 años | -0,751 | 2,007 | 0,157 | -1,79 | 0,288 |
| Entre 35 y 54 años | **0,100 | 5,328 | 0,021 | -2,033 | -0,166 |
| 55 años o más | 0 ^c | | . | . | . |
| Modera consumo de carne roja | | | | | |
| No | **0,905 | 5,555 | 0,018 | -1,657 | -0,152 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Come alimentos sin aditivos | | | | | |
| No | *-0,583 | 2,839 | 0,092 | -1,261 | 0,095 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Equilibra trabajo y vida privada | | | | | |
| No | *-0,769 | 3,008 | 0,083 | -1,1 | 1,639 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Lee etiquetas de los productos | | | | | |
| No | *0,737 | 2,942 | 0,086 | -0,105 | 1,579 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| Amigos mapuche en la escuela | | | | | |
| No | **0,907 | 6,722 | 0,01 | -1,592 | -0,221 |
| Si | 0 ^c | | . | . | . |
| (Pseudo-R ²) ^d | | | ***0,390 | | |
| -2 log de verosimilitud (LR) ^e , modelo final | ***333,664 | $\chi^2=81,239$ | Grados de libertad=29 | Sig=0,000 | |

bVariables y modelos significativos al nivel *P<0,10; **P<0,05; ***P<0,01 basados en el estadístico de Wald para significancia de variables y las pruebas Pseudo-R², -2 log de verosimilitud y de Hosmer-Lemeshow para bondad del ajuste de los modelos. Los valores entre paréntesis corresponden al estadístico de Wald. cCategoría de comparación. Este parámetro se establece en 0 porque es redundante. dSe usó el R² de Nagelkerke como proxy del coeficiente de determinación (Pseudo-R²) en el Modelo Logit. ePrueba LR (Likelihood Ratio) o "logaritmo del cociente de verosimilitud" para medir bondad de ajuste en el Modelo Logit.

DISCUSIÓN

Considerando la importancia de la alimentación en la salud de las personas, el presente estudio aporta a la identificación de variables que influyen en la satisfacción con la alimentación en personas Mapuche de la Región de Metropolitana de Santiago, Chile. Respecto a la escala SWFL (Satisfaction with Food-related Life), el coeficiente α de Cronbach obtenido se encuentra dentro del rango reportado por Grunert et al. (2) al validar esta escala en países europeos, aunque la varianza explicada en la presente investigación fue levemente inferior a la obtenida por estos autores (62%). Un primer elemento que se destaca de los resultados de este estudio son los altos niveles de satisfacción con la alimentación que declaran sentir los participantes en la encuesta (40,5% satisfecho y 41,0% extremadamente satisfecho). Si bien esto evidencia un alto nivel de bienestar subjetivo en relación a los hábitos alimentarios, también podría constituirse en una dificultad para eventuales estrategias de intervención en esta área.

Los resultados del modelo logit planteado permiten dar cuenta de una relación entre la satisfacción con la alimentación y las características demográficas de la persona mapuche, su consumo de alimentos y su estilo de vida y alimentación. Respecto de las características demográficas, llama la atención el aumento de la probabilidad de una alta satisfacción con la alimentación en la medida que disminuye el número de niños que vive en el hogar, debido a que contradice estudios que indican que la familia constituye una de las principales fuentes de satisfacción y felicidad para las personas (30). Sin embargo, existe evidencia de que padres que trabajan y poseen mayor cantidad de hijos presentan menores niveles de satisfacción en relación a la preparación de alimentos, debido a que se sienten abrumados por las múltiples demandas familiares (31). La menor probabilidad de satisfacción con la alimentación en personas entre 35 y 54 años con respecto de personas con 55 años o más, sería congruente con el aumento de la satisfacción con la vida conforme aumenta la edad, debido a que las personas a medida que envejecen van ajustando sus metas según sus posibilidades (30, 32). Una de las posibles causas que esto, sería la mayor preocupación por el cuidado de la salud en el consumo de alimentos, en la medida que avanza la edad de las personas (33). Al respecto, en un estudio de grupos focales con personas mapuche menores y mayores de 40 años

en la Región de La Araucanía, se obtuvo que el cuidado de la salud y tener una dieta balanceada fueron los principales criterios para la elección de los alimentos en los mayores de 40 años. Por el contrario, en los mapuche menores de 40 años el tiempo de preparación y que el alimento no engorde fueron los aspectos más recurrentes (34). Considerando además que la satisfacción con la apariencia física se incrementa con la edad (35), es posible sugerir que la menor satisfacción con la alimentación en personas mapuche de menor edad podría estar asociada a una mayor preocupación por el sobrepeso y la apariencia física. No obstante lo anterior, las causas de la relación entre la edad y la satisfacción con la alimentación deberá ser profundizada en futuras investigaciones.

En relación al consumo de alimentos, el aumento de la probabilidad de una alta satisfacción con la alimentación en la medida que es posible gastar un monto superior en alimentos para el hogar, se asocia a la posibilidad de acceder a una alimentación de mayor calidad y variedad (36). Al respecto, se ha determinado que las personas con menor poder adquisitivo tienen dietas de peor calidad, caracterizadas por un menor consumo de frutas y verduras y una mayor ingesta de energía proveniente de la grasa, en relación a personas que disponen de mayores recursos para la compra de alimentos (37). Mención especial merece el aumento de la probabilidad de una alta satisfacción con la alimentación si la persona consume frecuentemente alimentos tradicionales propios de su etnia. Si bien estudios previos en población mapuche dan cuenta de un proceso de aculturación en los hábitos de alimentación hacia la cultura dominante chilena (18, 19, 21), el presente estudio ratifica la premisa de que la alimentación constituye una parte fundamental de la identidad cultural de las sociedades. Los participantes del presente estudio se sienten más satisfechos con su alimentación si logran mantener prácticas de la alimentación tradicional de su grupo étnico, lo que para ellos constituye un elemento tangible de la mantención de su propia identidad cultural, un factor de cohesión social y una defensa contra las agresiones externas (38). Este aspecto es relevante para la política pública, porque proporciona información acerca de la importancia de valorar y fomentar la mantención en el tiempo de los patrones alimentarios tradicionales de la población mapuche, como un factor potenciador de su nivel de satisfacción. No obstante, es importante destacar que la satisfacción

con la alimentación aumenta con el consumo sólo de algunos alimentos: tortillas de rescoldo, pantrucas, charqui y ñachi. Estos en general, excepto el ñachi, son de fácil preparación y sus ingredientes son asequibles sin mayor esfuerzo, como ocurre con las tortillas de rescoldo y las pantrucas (hechas en base a harina de trigo), o bien, puede ser comprado en el comercio formal o ambulante, como el charqui. Es decir, la satisfacción con la alimentación en personas mapuches que residen en la Región Metropolitana se incrementa mediante el consumo de alimentos tradicionales de fácil accesibilidad y preparación, y no con aquellos relacionados a las ceremonias rituales, como la carne de caballo o el mudai, o cuya disponibilidad es escasa en la Región Metropolitana, como los hongos silvestres (changle, digüenes). Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Araneda et al. (39) en un estudio sobre los hábitos de consumo de alimentos autóctonos en adolescentes (mujeres) mapuche de la Región de La Araucanía. En dicha investigación se obtuvo que alrededor del 80% consume alimentos que conllevan una rápida preparación antes de su consumo; como son las castañas y piñones, que corresponden a frutos cocidos en agua. Diferente es el caso del ñachi, el cual tiene una preparación más compleja y se realiza casi exclusivamente en zonas rurales del sur de Chile, en la temporada de disponibilidad de corderos (primavera-verano). Sin embargo, es posible esperar que este alimento tradicional sea consumido por los mapuches residentes en la Región Metropolitana en la época de vacaciones cuando visitan sus parientes en el sur del país. La reducción en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si los alimentos tradicionales mapuche son preparados en el hogar respecto de aquellos que los compran, indica que los mapuche residentes en la Región Metropolitana han ido asimilando algunos de los cambios ocurridos en los hábitos de consumo de alimentos desde mediados del siglo XX, asociados entre otros, a un mayor consumo de comida preparada (40). Esto, además, explicaría el importante número de anuncios posibles de encontrar en internet, que ofrecen comida mapuche a domicilio en la Región Metropolitana.

Si bien la satisfacción con la alimentación no se relacionó directamente con los resultados de la escala de estilo de vida y alimentación (26), si se obtuvo relación con cuatro de los ítems que la componen. La disminución de la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si la persona no modera el consumo de

carnes rojas puede estar asociada a la cultura alimentaria ancestral mapuche, debido a que la alimentación prehispánica se caracterizó ser escasa en carne y constituida fundamentalmente por vegetales, principalmente silvestres (41). Este hábito parece mantenerse en cierta medida, debido a que en un estudio previo en la Región Metropolitana se obtuvo una significativa menor frecuencia de consumo de carne en personas mapuche, respecto de encuestados no mapuche (21). La reducción en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si la persona no procura equilibrar el trabajo con la vida privada, concuerda con los resultados de un estudio realizado en Estados Unidos utilizando una muestra de padres de distintos orígenes étnicos con bajos ingresos (31). En dicho estudio se obtuvo una mayor satisfacción en madres que podían balancear el trabajo y las demandas familiares, debido a que contaban con trabajos con horarios flexibles. Así también, aquellos padres que tenían trabajos con horarios que les permitían comer regularmente con su familia, manifestaron un mayor grado de satisfacción. En este sentido, si se considera que la familia constituye una de las principales fuentes de satisfacción y felicidad (30), las comidas familiares y las celebraciones asociadas a alimentos son importantes debido a que estos eventos permiten juntar a la familia (40).

En relación a los estilos de vida y alimentación, es destacable la reducción en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si la persona no procura consumir alimentos sin aditivos, lo que indica que la satisfacción con la alimentación se relacionaría con la búsqueda de una alimentación sana o natural. No obstante, este resultado sería incongruente con la mayor probabilidad de alta satisfacción con la alimentación, si la persona no lee las etiquetas de los productos antes de comprar, indicando una falta de preocupación en el contenido nutricional de los alimentos y en los ingredientes usados en su preparación. Este es un aspecto importante a considerar para el diseño de estrategias de intervención en relación a patrones de consumo alimentario saludable, puesto que una alta proporción de personas lee ocasionalmente, casi nunca o nunca (58,9% en conjunto) las etiquetas de los alimentos (42).

A pesar que la satisfacción con la alimentación no se relacionó con los resultados de la escala de aculturación, se obtuvo una disminución en la probabilidad de alta satisfacción con la alimentación si el encuestado no tuvo amigos de origen mapuche durante la época de

escuela, ítem que conforma la escala en cuestión. Estudios en que se examina cuánto contribuye tener amigos (y su número) a la satisfacción con la vida, dan cuenta de un 58% de la varianza en satisfacción, donde la calidad de la amistad predice satisfacción por encima de la influencia del número de amigos (43). Por tanto, al considerar que los alimentos son preparados con la expectativa de ser compartidos y disfrutados en compañía (16), día tras día con la familia, y en los fines de semana con amigos (40), el resultado obtenido permite sugerir que la satisfacción con la alimentación en estos sujetos se relaciona con motivos de disfrute y con el compartir alimentos con personas de la etnia mapuche. Esto además resulta congruente con el aumento de la satisfacción con la alimentación si se consumen algunos alimentos tradicionales mapuche, siendo destacable que tanto el origen de las amistades como también la alimentación, constituyen importantes indicadores de identificación étnica (44).

La principal limitación del estudio se encuentra en que la muestra estuvo compuesta íntegramente por personas Mapuche que acuden a las oficinas de la CONADI en la Región Metropolitana. Esto hace imposible conocer las variables que afectan la satisfacción con la alimentación, en personas pertenecientes a esta etnia que no acuden a esta institución en busca de los beneficios relacionados con el desarrollo de los pueblos originarios en Chile, lo que deberá ser abordado en futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados corresponden a los Proyectos Fondecyt 1080146 y 1100611. Los autores desean agradecer especialmente al Sr. Marcos Huaiquilaf Gómez, Jefe de la Oficina de la CONADI en Santiago, por haber accedido a que la encuesta se aplicara en las dependencias de esta Institución.

REFERENCIAS

- Moons P, Budts W, De Geest, S. Critique on the conceptualization of quality of life: A review and evaluation of different conceptual approaches. *Int J Nurs Stud.* 2006; 43(7): 891-901.
- Grunert K, Dean D, Raats M, Nielsen N, Lumbers M. A measure of satisfaction with food-related life. *Appetite.* 2007; 49(2): 486-93.
- Bisogni C, Connors M., Devine C, Sobal J. Who We Are and How We Eat: A Qualitative Study of Identities in Food Choice. *J Nutr Educ Behav.* 2002; 34(3): 128-139.
- Rozin P, Fischler C, Imada S, Sarubin A, Wrzesniewski A. Attitudes to food and the role of food in life in the USA, Japan, Flemish Belgium and France: possible implications for the diet-health debate. *Appetite* 1999; 33(2):163-180.
- Hausman A. Hedonistic rationality: the duality of food consumption. *Advances in Consumer Research.* 2005; 32: 404-405.
- Veenhoven R. Effects of happiness on physical health and the consequences for preventive health care. *Journal of Happiness Studies.* 2008; 9(3): 449-469.
- Ventegodt S. *Livskvalitet og omstændigheder tidligt I livet.* Denmark: Forknigscenter for Livskvalitet; 1997.
- Dwyer B. Do we need a nutrition-specific quality of life questionnaire for dialysis patients? *J Ren Nutr.* 2003; 13(4): 295-302.
- Street D, Burge S, Quadagno J, Barrett A. The salience of social relationships for resident well-being in assisted living. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2007; 62(2): S129-S134.
- Gucciardi E, Vogt J, DeMelo M, Stewart D. Exploration of the relationship between household food insecurity and Diabetes in Canada. *Diabetes Care.* 2009; 32(12): 2218-2224.
- Peternel L, Sujoldic A. Adolescent eating behavior, body image and psychological well-being. *Coll Antropol.* 2009; 33(1): 205-212.
- Remick A, Pliner P, McLean K. The relationship between restrained eating pleasure associated with eating, and well-being re-visited. *Eat Behav.* 2009; 10(1): 42-44.
- Schnettler B, Shene C, Rubilar M, Miranda H, Sepúlveda J, Denegri M, et al. Aceptación hacia yogurt con diferentes ingredientes funcionales en consumidores de supermercados del sur de Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2010; 60(4): en prensa.
- Dean M, Grunert K, Raats M, Nielsen NA, Lumbers M, Food in Later Life Team. The impact of personal resources and their goal relevance on satisfaction with food-related life among the elderly. *Appetite.* 2008; 50(2-3): 308-15.
- Schlosser E. *Fast Food Nation: The Dark Side of the All-American Meal.* New York: Houghton Mifflin Company; 2001.
- Kniazeva K, Venkatesh A. Food for thought: A study of food consumption in postmodern US culture. *Journal of Consumer Behavior.* 2007; 6(6): 419-435.
- Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN). Encuesta de caracterización socioeconómica nacional y población indígena CASEN 2003. 2005. Disponible en: <http://www.mideplan.cl/casen/pdf/casen2003poblacion>

- nindigena.pdf [Conectado mayo de 2007].
18. Saiz JL, Cornejo A, Fuchslocher V, Holzapfel J, Scheel M. La escala de aculturación mapuche: diferenciando la dirección aculturativa de indígenas chilenos. *Revista de Psicología Social y Personalidad* 1998; 14(1): 15-28.
 19. Carrasco E, Pérez F, Bárbara B, Albala C, Santos JL, Larenas G, et al. Prevalencia de diabetes tipo 2 y obesidad en dos poblaciones aborígenes de Chile en ambiente urbano. *Rev Méd Chil.* 2004; 132(10): 1189-1197.
 20. Grebe M. Creencia e identidad en la cultura Mapuche: rewe, kultrun y ngillatue. *Lengua y Literatura Mapuche.* 2000; 9: 273-288.
 21. Schnettler B, Huaiquiñir V, Mora M, Miranda H, Sepúlveda J, Denegri, M. Diferencias étnicas y de aculturación en el consumo de alimentos en la Región Metropolitana de Santiago, Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2009; 59(4): 407-418.
 22. Fernández A. Investigación y técnicas de mercado. Primera edición. Madrid: Esic; 2002.
 23. Hair J, Anderson R, Tatham R, Black W. Análisis multivariante. Otero. 5ª ed. Madrid: Prentice Hall Internacional. Inc.; 1999.
 24. Pérez C. Técnicas estadísticas con SPSS 12. Aplicaciones al análisis de datos. Madrid: Prentice Hall; 2005.
 25. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Cifras de indicadores económicos. Avance Mensual (5 años) de Dólar observado. Disponible en: http://www.odepa.cl/servlet/sistemas,series_precios,indicadores,ServletIndicadoresTrx;jsessionid=5FB2FA85C8200113F4A16F1F4BB4FAAE [Conectado el 12 de abril de 2010].
 26. Sánchez M, Grande I, Gil JM, Rodríguez A. Evaluación del potencial de mercado de los productos de agricultura ecológica. *Revista de Investigación de Marketing, ESIC:* 1998; Marzo: 135-150.
 27. Adimark. Mapa socioeconómico de Chile. 2004. Disponible en http://www.adimark.cl/medios/estudios/informe_mapa_socioeconomico_de_chile.pdf [Conectado el 20 de octubre de 2005].
 28. Greene WH. Análisis econométrico. 3ª ed. Madrid: Prentice-Hall; 1999.
 29. Train KE. Discrete choice methods with simulation. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press; 2003.
 30. Moyano E, Ramos, N. Bienestar subjetivo: midiendo satisfacción vital, felicidad y salud en población chilena de la Región Maule. *Universum.* 2007; 22(2): 177-193.
 31. Blake C, Devine C, Wethington E, Jastran M, Farrell T, Bisogni C. Employed parents' satisfaction with food-choice coping strategies. Influence of gender and structure. *Appetite.* 2009; 52(3): 711-719.
 32. Liberalesso A. Bienestar subjetivo en la vida adulta y la vejez: hacia una psicología positiva en América Latina. *Revista Latinoamericana de Psicología.* 2002; 34 (1-2), 55-74.
 33. Beardsworth A, Bryman A, Keil T, Goode J, Haslam C. Lancashire E. Women, men and food: the significance of gender for nutritional attitudes and choices. *British Food Journal.* 2002; 107(7): 470-491.
 34. Knabe J. Socialización y transmisión intergeneracional: el impacto de la sociedad de consumo en la identidad cultural alimentaria mapuche. Temuco, Chile: Universidad de La Frontera; 2010.
 35. Loland NW. The aging body: attitudes toward bodily appearance among physically active and inactive woman and men of different ages. *J Aging Phys Act.* 2000; 8(3): 197-213.
 36. French S, Wall M, Mitchell N. Household income differences in food sources and food items purchased. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.* 2010; 7: 77.
 37. Drewnowski A, Specter SE. Poverty and obesity: the role of energy density and energy cost. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79:6-16.
 38. Viola M. Estudios sobre modelos de consumo: una visión desde teorías y metodologías. *Rev Chil Nutr.* 2008; 35(2): 93-99.
 39. Araneda J, Amigo H, Bustos P. Características alimentarias de adolescentes chilenas indígenas y no indígenas. 2010. *Arch Latinoam Nutr.* 60(1); 30-35.
 40. Casotti L. He who eats alone will die alone? An exploratory study of the meanings of the food of celebration. *Latin American Business Review.* 2005; 6(4): 69-84.
 41. Sepúlveda JA. Principios de alimentación mapuche como un aporte a la soberanía alimentaria. Publicación semestral *Cet Sur* número 6. 2005.
 42. Schnettler B, Sepúlveda O, Ruiz D, Denegri M. Percepción diferenciada de salsa de tomate transgénica en el sur de Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2008; 58(1): 49-58.
 43. Demir M, Weitekamp LA. I am so happy cause today I found my friend: friendship and personality as predictors of happiness. *Journal of Happiness Studies.* 2007; 8(2): 181-211.
 44. Laroche M, Kim Ch, Tomuik M, Belisle D. Similarities in Italian and Greek multidimensional ethnic identity: some implications for food consumption. *Canadian Journal of Administrative Sciences.* 2005; 22(2): 143-167.

Recibido: 06-01-2011
 Aceptado: 15-03-2011

Estudio de la estabilidad microbiológica de la barracuda a través del tiempo de almacenaje en Costa Rica

Dayana Álvarez, Manuel Jiménez-Díaz, María Laura Arias-Echandi

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

RESUMEN. En el presente estudio se evaluaron algunos de los cambios microbiológicos y bioquímicos producidos en una especie de pez de consumo frecuente en Costa Rica, como lo es la barracuda *Sphyraena ensis*. Se evaluaron muestras de barracuda obtenidas durante la estación lluviosa y durante la estación seca. A cada una de éstas se le realizó un recuento aerobio psicrófilo, recuento e identificación de *Vibrio*, *Enterococcus* y *Pseudomonas* durante 6 días de almacenaje a dos temperaturas, 2 y 7°C. Así también, se le realizó a cada una, la evaluación de la concentración de histamina producida mediante un inmunoensayo enzimático comercial. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que se da un incremento en los recuentos obtenidos a través del tiempo de almacenaje, dicho crecimiento es mayor al aumentar la temperatura de refrigeración. La mayoría de muestras mantenidas a 7°C presentan recuentos superiores a 106 UFC/g luego de tres días de almacenaje, situación que no se presenta en las muestras mantenidas a 2°C. No obstante, luego de 6 días de almacenaje, todas las muestras, independientemente de la temperatura de almacenaje, sobrepasan este valor. De la misma manera, se da un incremento en la concentración de histamina producida a través del tiempo de almacenaje, especialmente al conservar el producto a mayor temperatura debido al aumento de bacterias capaces de descarboxilar la histidina. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre los recuentos obtenidos en estación lluviosa con respecto a la estación seca, no obstante, sí existe una diferencia con respecto a los géneros bacterianos aislados.

Palabras clave: *Sphyraena ensis*, barracuda, estabilidad microbiológica histamina.

SUMMARY. Microbiological stability through storage period of *Sphyraena ensis* in Costa Rica. At the present study some of the microbiological and biochemical changes that occur through storage period in *Sphyraena ensis*, a fish specie of frequent consumption in Costa Rica were studied. Samples of *S. ensis* obtained during rainy and dry season were evaluated. Analysis included aerobic psychrotrophic count, identification and count of *Vibrio*, *Enterococcus* and *Pseudomonas* through a six day storage period at two different refrigeration temperatures, 2 and 7°C. Same time, a commercial enzymatic immunoassay was used for the evaluation of the variation on the concentration of histamine produced in the different samples. Results obtained show that there is an increase on the bacteriological counts through the storage period, this increase is bigger as refrigeration temperature increases. Most of the samples maintained at 7°C showed counts above 106 CFU/g after three days of storage, those stored at 2°C did not present such high population levels. Nevertheless, after 6 days of storage, all samples, despite the storage temperature used, presented levels above the described one. Also, an histamine concentration increased through storage time, especially when the product was conserved at the higher temperature due to an increase in the number of histidine descarboxilating bacteria. There is no statistical difference between the counts obtained during rainy or dry season; nevertheless, there is a difference associated to the bacterial genera isolated.

Key words: *Sphyraena ensis*, microbiological stability, histamine

INTRODUCCIÓN.

El sector pesquero y acuícola en Costa Rica tiene una gran importancia social y económica como fuente generadora de divisas. Su aporte el Producto Interno Bruto se estima en un 0,75% (1) además de que contribuye, de manera significativa, al empleo en áreas marginales y económicamente deprimidas del país.

El pescado, es un alimento perecedero, su tasa de descomposición está principalmente influenciada por la actividad microbiana(2). La microflora inicial de éste, la cual eventualmente será la responsable de su deterioro, depende del ambiente de procedencia, la estación del año, el método de pesca y las condiciones de almacenamiento que se den al producto, entre otras (3). Los géneros bacterianos tradicionalmente asociados al

deterioro de este producto son psicrotrofos, destacándose *Pseudomonas*, *Shewanella* y *Photobacterium phsphoreun*. (4,5).

El deterioro bioquímico del pescado está dado, principalmente, por la producción de aminas biógenas. En el pescado fresco, el contenido de éstas es muy bajo, sin embargo, aumentan a medida que avanza su deterioro (6). La histamina es una amina biogénica aromática (7) que se forma en el pescado post mortem por descarboxilación bacteriana del aminoácido histidina. La ingestión de alimentos con altos niveles de histamina es asociada a intoxicación química en los seres humanos, no obstante, a nivel mundial no existe un claro consenso con respecto a los niveles de histamina máximos aceptables para el consumo. (8).

En Costa Rica, en la región puntarenense en particular, se explota el recurso pesquero artesanal con la extracción de diferentes variedades entre las que se destaca la barracuda (*Sphyraena ensis*), una especie pelágica cuya distribución va desde 16° 00'N hasta 06° 00'S en Océano Pacífico Oriental, y que se encuentra cerca de la superficie y hasta los 33 m de profundidad (1). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura de almacenaje sobre los cambios microbiológicos que ocurren en este tipo de pez a través de su tiempo de almacenaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó pescado entero, eviscerado y fresco. Se consideró únicamente la barracuda (*Sphyraena ensis*) proveniente de Puntarenas directamente del pescador, con el fin de garantizar una captura menor a 12 h. El pescado fue transportado en hielo y en menos de 24 h al Laboratorio de Microbiología de Alimentos, Universidad de Costa Rica.

Se analizaron 5 barracudas completas, únicamente evisceradas, en estación seca y 5 en estación lluviosa. Cada muestra fue almacenada durante 6 días a 2 y 7°C en bolsas plásticas estériles. Los análisis fueron realizados durante el primer, tercer y sexto día de almacenaje (9).

Determinaciones microbiológicas.

Recuento aerobio psicrófilo.

Se pesaron 25 g de cada muestra (piel y músculo) y se diluyeron en 225 mL de agua peptonada estéril 0.1 % (APE). Se realizaron diluciones decimales hasta 10⁻⁴ en APE 0.1 % y a partir de cada una se inocula-

ron, por vaciado, platos de Agar Estándar + TTC (2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolium) que se incubaron a 7°C por 6 días en atmósfera aerobia.(9)

Recuento de Enterococos, Pseudomonas y Vibrio (9).

Para el recuento de, Enterococos y *Pseudomonas* se siguió la metodología establecida por Pouch 2001; utilizando agar Eva (ethyl-violet-agar) y Cetrimida respectivamente. 0,1 mL de las diluciones previamente preparadas fueron esparcidas en los respectivos medios de cultivo. Las placas de agar Eva fueron incubadas a 35°C durante 48 horas y las de agar Cetrimida a temperatura ambiente por 48 horas,

Para el recuento de Vibrios, las diluciones iniciales fueron realizadas en APE + 3% NaCl. Se utilizó agar TCBS incubado a 35°C por 48 h para su respectivo aislamiento.

Las colonias seleccionadas a partir de cada medio de cultivo fueron mantenidas en CICC + glicerol en congelación a -70°C hasta el momento de la identificación. La identificación de los géneros bacterianos se efectuó utilizando el sistema automatizado Vitek Legacy

Determinación de la concentración de histamina.

Se utilizó el ensayo inmunoenzimático RIDAS-CREEN® Histamin 96 de r-Biopharm.

Brevemente, tanto las muestras como controles deben ser inicialmente acilados. A partir de cada solución acilada, se añaden 25,0 µL de en diferentes pocillos de la placa de reacción, a los cuales se les añade 100,0 µL del reactivo de anticuerpos antihistamina. Posterior a la incubación y lavados se agrega 100 µL de conjugado. Se repite la incubación y lavados. Seguidamente se agregan 100 µL de la solución sustrato-cromógeno. Se determina la absorbancia a 450 nm

Análisis estadístico

La prevalencia y comportamiento de las diferentes bacterias se estudió utilizando la estadística descriptiva. El análisis estadístico de los resultados se hizo utilizando ANOVA.

RESULTADOS

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados para la evaluación microbiológica de las poblaciones bacterianas presentes en la picuda, en estación seca y llu-

viosa durante su almacenamiento en refrigeración por 6 días. El 70% de las muestras almacenadas a 7°C presentó un recuento total psicrófilo superior a 106 a partir del día 3 de almacenaje, y el 100 % de las muestras mantenidas a 2 y 7°C superaron este valor luego del sexto día de almacenaje. No existe diferencia estadística entre los recuentos psicrófilos obtenidos al comparar la estación seca y la lluviosa ($p < 0,05$)

Las especies más frecuentemente aisladas durante la estación lluviosa fueron *Providencia rettgeri* (15,6%), *Staphylococcus aureus* coagulasa negativa (12,5 %) y *Pseudomonas putida* (9,4%). No se aisló ningún *Vibrio* durante esta época. Durante la estación seca, las especies aisladas con mayor frecuencia fueron *Pseudomonas putida* (21,85%) y *Aeromonas hydrophila* (8,8%). *Vibrio alginolyticus* (4,3%).

Un aspecto importante de mencionar es que las bacterias aisladas e identificadas se mantuvieron cons-

tantes a lo largo del almacenaje y a las dos temperaturas evaluadas.

Con respecto a la producción de histamina, se encontró una tendencia a su aumento asociado al transcurso de los días de almacenamiento (Tabla 3). Este aumento fue mayor al aumentar la temperatura de almacenamiento. No obstante, no existe una diferencia estadística entre la histamina producida a 2°C y a 7°C al día 6 de almacenamiento ($p > 0,05$).

Las concentraciones de histamina obtenidas estuvieron dentro de los intervalos de valores permitidos para el consumo humano (50 ppm para pescado fresco y de 200 ppm para pescado enlatado (8).

DISCUSIÓN

En general, el comportamiento de los recuentos bacterianos obtenidos a partir de las muestras de

TABLA 1
Recuentos bacterianos correspondientes a los días 1, 3 y 6 de almacenamiento a dos diferentes temperaturas, de las muestras recolectadas durante la estación lluviosa del año.

| Muestra | Microorganismo | Recuentos día 1 (UFC/g) | Recuentos día 3 (UFC/g) | | Recuentos día 6 (UFC/g) | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | 2°C | 7°C | 2°C | 7°C |
| 1 | Enterococos | 2,2 x 10 ³ * | 2,5 x 10 ³ | 8,7 x 10 ³ | 1,0 x 10 ⁵ * | 6,2 x 10 ⁵ * |
| | Vibrio | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | Pseudomonas | < 100* | < 100 | 4,5 x 10 ² | 1,7 x 10 ⁴ * | 7,2 x 10 ⁴ * |
| | Psicrófilos aerobios | 1,0 x 10 ² * | 2,3 x 10 ⁴ | 1,0 x 10 ⁶ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 2 | Enterococos | < 100 * | < 100 | 6,0 x 10 ² | 1,0 x 10 ³ * | 5,4 x 10 ³ * |
| | Vibrio | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 | < 100 |
| | Pseudomonas | < 100 * | < 100 | 1,8x10 ⁴ | 4,8 x 10 ⁵ * | 4,2 x 10 ⁶ * |
| | Psicrófilos aerobios | 1,0 x 10 ² * | 2,9 x 10 ⁴ | 1,7 x 10 ⁶ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 3 | Enterococos | 1,0 x 10 ³ | 6,6 x 10 ³ | 2,2 x 10 ³ | 3,5 x 10 ⁴ | 6,2 x 10 ⁴ |
| | Vibrio | < 100 * | < 100 | < 100 | 1,6 x 10 ⁴ * | 2,0 x 10 ² |
| | Pseudomonas | 3,0 x 10 ² * | 3,8 x 10 ³ | 6,4 x 10 ³ | 1,2 x 10 ⁶ * | 7,1 x 10 ⁶ * |
| | Psicrófilos aerobios | 5,0 x 10 ³ * | 8,4 x 10 ³ | 6,1 x 10 ⁵ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 4 | Enterococos | < 100 * | < 100 | 1,2 x 10 ⁷ | 2,9 x 10 ³ | 1,1 x 10 ⁷ * |
| | Vibrio | < 100 * | < 100 | 1,5 x 10 ⁶ * | < 100 | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| | Pseudomonas | 7,0 x 10 ² | 9,0 x 10 ² | 4,4 x 10 ⁶ | 1,6 x 10 ⁵ | 2,4 x 10 ⁷ |
| | Psicrófilos aerobios | 8,8 x 10 ³ * | 6,6 x 10 ⁴ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 5 | Enterococos | < 100 * | 1,8 x 10 ³ | 1,2 x 10 ⁷ | 5,2 x 10 ³ | 2,2 x 10 ⁷ * |
| | Vibrio | < 100 | 1,0 x 10 ³ | 2,2 x 10 ⁷ | 1,3 x 10 ³ | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| | Pseudomonas | 1,8 x 10 ³ * | 1,1 x 10 ⁴ | 1,8 x 10 ⁷ | 1,9 x 10 ⁵ * | 3,0 x 10 ⁷ * |
| | Psicrófilos aerobios | 1,9 x 10 ⁴ * | 1,8 x 10 ⁵ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| Promedios de recuentos psicrófilos | | 6,6 x 10 ³ * | 6,0 x 10 ⁴ | > 2,3 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |

* $p < 0,05$

TABLE 2.
Recuentos bacterianos correspondientes a los días 1, 3 y 6 de almacenamiento a dos diferentes temperaturas, de las muestras recolectadas durante la estación seca del año.

| Muestra | Medio | Recuentos día 1 (UFC) | Recuentos día 3 (UFC) | | Recuentos día 6 (UFC) | |
|---|----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | 2°C | 7°C | 2°C | 7°C |
| 1 | Enterococos | < 100 | <100 | < 100 | 9,0 x 10 ² | 1,9 x 10 ³ |
| | Vibrio | 6,0 x 10 ² * | 3,4 x 10 ³ | 1,4 x 10 ⁴ | 2,5 x 10 ⁵ * | 2,3 x 10 ⁶ * |
| | Pseudomonas | 7,0 x 10 ² * | 3,7 x 10 ³ | 1,5 x 10 ⁴ | 2,7 x 10 ⁵ * | 4,4 x 10 ⁶ * |
| | Psicrófilos aerobios | 4,6 x 10 ² | 1,3 x 10 ⁴ | 2,7 x 10 ⁶ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 2 | Enterococos | < 100 | <100 | < 100 | 1,8 x 10 ³ | 5,5 x 10 ³ |
| | Vibrio | 2,0 x 10 ² | 7,0 x 10 ² | 1,2 x 10 ³ | 1,1 x 10 ⁵ | 3,8 x 10 ⁴ |
| | Pseudomonas | < 100 * | <100 | 2,0 x 10 ³ | 4,9 x 10 ⁵ * | 6,1 x 10 ⁶ * |
| | Psicrófilos aerobios | 1,8 x 10 ² * | 3,3 x 10 ⁴ | 2,9 x 10 ⁶ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 3 | Enterococos | < 100 | <100 | < 100 | 6,0 x 10 ² | 8,6 x 10 ⁴ |
| | Vibrio | < 100 * | <100 | < 100 | 3,9 x 10 ⁴ | 1,7 x 10 ⁶ * |
| | Pseudomonas | < 100 * | 1,0 x 10 ² | 2,0 x 10 ² | 3,5 x 10 ⁶ * | 1,6 x 10 ⁷ * |
| | Psicrófilos aerobios | 2,8 x 10 ² * | 2,3 x 10 ⁴ | 1,0 x 10 ⁶ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 4 | Enterococos | < 100 * | <100 | < 100 | 5,6 x 10 ³ | 8,4 x 10 ⁶ * |
| | Vibrio | < 100 * | <100 | < 100 | 1,8 x 10 ⁴ | 1,6 x 10 ⁷ * |
| | Pseudomonas | < 100 * | 2,0 x 10 ² | < 100 | 2,3 x 10 ⁷ | 1,6 x 10 ⁷ * |
| | Psicrófilos aerobios | 1,2 x 10 ² * | 9,5 x 10 ⁴ | 5,6 x 10 ⁵ | 1,9 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| 5 | Enterococos | < 100 * | <100 | < 100 | 9,9 x 10 ³ | 4,6 x 10 ⁶ * |
| | Vibrio | < 100 * | <100 | < 100 | 8,6 x 10 ³ | 4,5 x 10 ⁶ * |
| | Pseudomonas | < 100 * | <100 | < 100 | 3,6 x 10 ⁵ * | 2,7 x 10 ⁶ * |
| | Psicrófilos aerobios | 1,1 x 10 ³ * | 4,7 x 10 ⁴ | 3,1 x 10 ⁵ | 3,4 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |
| Promedios de recuentos psicrófilos | | 4,3 x 10 ² * | 4,4 x 10 ⁴ | 1,5 x 10 ⁶ | > 5,6 x 10 ⁷ * | > 5,6 x 10 ⁷ * |

*p < 0,05

TABLE 3.
Resultados del ensayo inmunoenzimático para la determinación cuantitativa de histamina producida en muestras recolectadas durante las estación lluviosa y seca del año durante su almacenamiento.

| Muestra | Estación lluviosa | | | Estación seca | | |
|---------|-----------------------|-----------------------|------|-----------------------|-----------------------|-----|
| | Histamina día 1 (ppm) | Histamina día 6 (ppm) | | Histamina día 1 (ppm) | Histamina día 6 (ppm) | |
| | | 2°C | 7°C | | 2°C | 7°C |
| 1 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 2 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 1,5 | 4,3 |
| 3 | 0,05 | 0,2 | 0,25 | 0,2 | 2 | 4,4 |
| 4 | 0,05 | 0,06 | 2,3 | 0,6 | 0,8 | 1,1 |
| 5 | 0,06 | 0,17 | 6,2 | 0,5 | 0,8 | 2,1 |

picuda almacenadas a dos temperaturas diferentes tiende al aumento en el número de UFC/g desde el primer día de almacenaje hasta el sexto, dándose una diferencia estadísticamente significativa entre estos (p<0,05). De la misma manera, la multiplicación bac-

teriana es mucho mayor a medida que aumenta la temperatura de almacenamiento. Estos datos coinciden con los expuestos por Gelman et al. 2001, quienes claramente establecen que la temperatura de almacenaje es el factor más significativo en la vida útil del pes-

cado, independientemente de el uso de agentes físicos o químicos de conservación (10)

Considerando los recuentos totales obtenidos, se puede concluir que la vida útil de la picuda, mantenida en refrigeración, no es mayor a los 7 días de almacenaje, en promedio. Este valor coincide con la vida útil reportada por Nunes et al. 1992 en *Sardina pilchardus* (9 días a 0°C) (11) así como por Scott et al. 1992 en peces de aguas profundas (8 días a 0°C) (12).

La identificación bacteriana realizada permite predecir que el deterioro de las muestras puede atribuirse principalmente a los géneros psicrotrofos presentes, incluyendo *Pseudomonas*, *Vibrio alginolyticus*, *Acinetobacter*, *Serratia*, *Enterobacter* y *Streptococcus*; entre otros. No obstante, otras bacterias Gram positivas y Gram negativas también son capaces de crecer en el pescado durante su almacenamiento tal y como lo demuestran los estudios de Shin Hee et al. 2001 (13). Cabe destacar el aislamiento *Pseudomonas* putida a partir de la mayoría de las muestras analizadas, especie de gran importancia debido a su naturaleza psicrotrófica y a su capacidad para metabolizar sustancias presentes en el tejido del pescado, lo cual resulta en la liberación de metabolitos asociados a la pérdida de propiedades organolépticas del producto (14).

A pesar de que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los recuentos obtenidos en estación lluviosa con respecto a la estación seca, sí se observó una diferencia con respecto a los géneros bacterianos aislados. Mientras que no se dio aislamiento de especies de *Vibrios* en las muestras que fueron capturadas durante la estación lluviosa, durante la estación seca se lograron aislar en 4,3% de las muestras. Lo anterior permite asumir que la disminución en la temperatura del agua durante la estación lluviosa se convierte en un factor selectivo para la multiplicación de estas especies, tal y como lo refiere Belkin & Colwell 2005 es sus estudios referidos a patógenos de origen marino. (15).

La alta frecuencia de aislamiento de *Providencia rettgeri* a partir de las muestras de pescado crudo también ha sido documentada en diversos trabajos, no obstante, existe el consenso de que esta bacteria no forma parte de la flora normal del pescado y su presencia demuestra que existió una contaminación del pescado desde su captura (8), situación muy probable en el presente estudio.

Es evidente el incremento en la concentración de

histamina producida a través del tiempo de almacenaje, especialmente al conservar el producto a mayor temperatura (7°C). Existe concordancia en diversos estudios acerca de la formación de histamina aún a temperaturas moderadas entre 4°C y 10°C, sin embargo ésta puede verse limitada a niveles muy bajos; mientras que su producción es más rápida a temperaturas mayores de 21°C (16,17).

Las concentraciones de histamina obtenidas durante el almacenaje del producto no llegaron a sobrepasar los límites propuestos como causantes de intoxicación. Al respecto, no existe un consenso mundial; los países que comprenden la Comunidad Económica Europea establecen un nivel máximo promedio de histamina de 100 ppm; mientras que de acuerdo a la Guía de la FDA se establece que los niveles de histamina deben ser a lo sumo de 50 ppm para pescado fresco y de 200 ppm para pescado enlatado (8). En todo caso la prueba de que la histamina cause o no la enfermedad es muchas veces circunstancial, pues se han encontrado de forma coherente niveles altos de histamina en muestras relacionadas con brotes, no obstante, una ingestión alta de histamina no siempre causa la enfermedad (16). Lo anterior debido a que algunos componentes de los alimentos pueden potenciar la absorción y la acumulación plasmática de la histamina o bien, la presencia de otras aminas biógenas como la tiramina, β -feniletilamina, triptamina, putrescina o cadaverina puede incrementar los efectos adversos de la histamina (8, 16).

Este trabajo representa un primer esfuerzo por valorar cualitativa y cuantitativamente la flora inicial y de deterioro de una de las especies de pescado de mayor consumo en Costa Rica. La información provista permitirá diseñar métodos de conservación que permitan aumentar la vida útil de este producto, lo cual representa un beneficio tanto para el productor como para el consumidor.

REFERENCIAS

1. Flores L. La producción de pescado en Costa Rica, Perfil productivo y comercial. PROCOMER. 2011. En línea. www.infopesca.org/articulos/pesca_tica.pdf. Consultado el 5 de enero, 2011.
2. Ray B. Fundamental Food Microbiology. CRC Press, third edition. 2004.

3. Spanggaard B, Huber I, Nielsen J, Nielsen T, Appel K & Gram L. The microflora of rainbow trout intestine: A comparison of traditional and molecular identification. *Aquaculture*. 2000. 182: 1–15.
4. Dalgaard P, Madsen H, Samieian N, & Emborg J. Biogenic amine formation and microbial spoilage in chilled garfish – effect of modified atmosphere packaging and previous frozen storage. *J Applied Microbiol*. 2006. 101: 80–95
5. Adams M. & Moss M. *Food Microbiology*. Royal Society of Chemistry. 3rd ed. 2008
6. Halász A, Baráth A, Simon-Sarkadi L & Holzapfel W. Biogenic amine and their production by microorganisms in food. *Trends Food Science Technology*. 1994. 5: 42.
7. Marine A, Vidal M, Izquierdo M & Veciana M. Aminas biógenas en alimentos: unos microcomponentes de interés múltiple. *Rev. Esp. Nutr. Comunitaria*. 1995. 1: 138.
8. Fernández A. Control de la producción de histamina durante el deterioro del pescado. 2002. <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~leojeri/hidrobiologico.htm>. consultado el 12 de abril, 2010.
9. Pouch F, & Ito K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examinations of Foods*. APHA. 4th ed. 2001.
10. Gelman A, Glatman L, Drabkin V & Harpaz S. Effects of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond-raised freshwater fish, Silver Perch (*Bidyanus bidyanus*). *J Food Prot*. 2001. 64: 1584-1591.
11. Nunes M, Batista I & Morao de Campos R. Physical, chemical and sensory analyses of sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *J Sci. Food Agric*. 1992. 59: 37-43.
12. Scott D, G Fletchek; J Chrles & R Wong. Spoilage changes in the deep water fish smooth oreo dory during storage in ice. *Int J Food Sci Technol*. 1992. 27: 577-587.
13. Shin-Hee K, Field K, Chang D, Cheng-I W & Haejung A. Identification of Bacteria Crucial to Histamine Accumulation in Pacific Mackerel during Storage. *J Food Prot*. 2001. 64: 1556–1564
14. Centeno S & Rodríguez R. Evaluación microbiológica de pescados congelados producidos en Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. *Revista Científica*. 2005. 15: 168-175.
15. Belkin S & Colwell R. *Oceans and health: pathogens in the marine environment*. Springer Science. 2005.
16. Huss H. Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. FAO, Documentos técnicos de pesca. T1768/S. 1997.
17. Fernández E, Nava L & Mona L. Ausencia de *Vibrio parahaemolyticus* en pescado crudo. *Rev Lat Microbiol*. 2002. 30: 91-96

Recibido: 10-03-2011

Aceptado: 11-05-2011

Evaluación de la calidad de productos lácteos por medio de la nariz electrónica

Luis-Felipe Gutiérrez

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA),
Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Bogotá D.C., Colombia

RESUMEN. La nariz electrónica, instrumento que utiliza un conjunto de sensores y un sistema de reconocimiento de patrones para el análisis cualitativo de aromas, ha encontrado numerosas aplicaciones en la industria alimentaria, gracias a su versatilidad. En este trabajo una breve descripción de la nariz electrónica, de su modo de operación y de sus ventajas y desventajas, ha sido realizada. Además, las principales aplicaciones de este instrumento en la industria de alimentos, con un énfasis especial en la industria láctea, han sido revisadas. Estas aplicaciones incluyen la detección de microorganismos en la leche, la identificación de aromas indeseados en la leche, la estimación del tiempo de vida útil de la leche y de varios tipos de quesos, la identificación de leche mastítica, la clasificación de quesos en función del tiempo de maduración, la diferenciación de quesos por origen geográfico y el control de la fermentación de la leche, entre otros. Los resultados de esta revisión indican que la nariz electrónica podría ser utilizada como un instrumento para un rápido control de calidad de los productos lácteos.

Palabras clave: Nariz electrónica, productos lácteos, aroma, leche, queso, control de calidad.

SUMMARY. *Assessment of dairy products quality by means of electronic nose.* The electronic nose, instrument that uses a group of sensors and a system of pattern recognition for the qualitative analysis of aroma, has found many applications in the food industry, because of its versatility. In this work a brief description of the electronic nose, its operation mode and its advantages and disadvantages were carried out. Moreover, the main applications of this instrument in the food industry, with special emphasis on the dairy industry, have been reviewed. These applications include the detection of microorganisms in milk, the identification of off-flavours in milk, the shelf life of milk and various types of cheeses, the identification of mastitic milk, the classification of cheeses according to their time of ripening, the discrimination of cheeses by geographic origin and the control of the milk fermentation, among other. The results of this review indicate that electronic nose could be used as an instrument for the rapid quality control of dairy products.

Key words: Electronic nose, dairy products, aroma, milk, cheese, quality control.

INTRODUCCIÓN

El control de calidad de los alimentos es un campo que ha presentado muchos avances en los últimos años gracias al desarrollo de nuevas técnicas instrumentales, que permiten identificar y cuantificar prácticamente todos los componentes de los alimentos, así como evaluar sus interacciones y/o modificaciones durante los procesos de manufactura, transformación, transporte y almacenamiento.

Tradicionalmente, el control de calidad de los alimentos es realizado por medio de la evaluación de propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, y según los objetivos planteados, los métodos y los equipos a utilizar pueden ser relativamente simples (p. ej. en el caso de un análisis proximal) o

más o menos complejos (p. ej. en el caso de los análisis de moléculas individuales).

El aroma es un excelente indicador para evaluar la calidad de los alimentos, porque: (i) cada alimento posee un aroma característico indicador de su frescura; (ii) es un atributo muy importante para la aceptación del producto por parte de los consumidores y (iii) el aroma puede sufrir modificaciones debido a las reacciones químicas y/o bioquímicas que tienen lugar a lo largo del proceso de producción, y también durante el transporte y tiempo de almacenamiento.

Las técnicas instrumentales empleadas comúnmente para evaluar el aroma de los alimentos incluyen la cromatografía en fase gaseosa (GC), la cromatografía en fase gaseosa acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS) y la cromatografía en fase gaseosa

acoplada a la olfactometría. Aunque estas técnicas se caracterizan por su gran precisión y fiabilidad, sus principales desventajas incluyen el uso largas y complejas rutinas de análisis, la exigencia de reactivos y solventes de alta pureza, la generación de residuos químicos contaminantes y la necesidad de personal especializado. En consecuencia, los costos de operación y mantenimiento de estas tecnologías resultan excesivamente elevados para un control de calidad de rutina. De otra parte, los sistemas continuos para la evaluación sensorial del aroma de los alimentos son muy difíciles de aplicar, debido a que además de sus altos costos y de la exigencia de personal bien entrenado, los panelistas deben trabajar solamente durante cortos períodos de tiempo, con el fin de evitar errores individuales debido a las variaciones de sensibilidad que pueden presentarse.

La nariz electrónica ha sido objeto de varios estudios de investigación relacionados con el control de la calidad de los alimentos, puesto que es un instrumento que imita el sistema olfativo humano, utilizando una matriz de sensores químicos y un sistema avanzado de reconocimiento de patrones, que le permiten evaluar aromas simples o complejos (1).

Este trabajo trata sobre una breve descripción de la nariz electrónica, su modo de operación, sus ventajas e inconvenientes, así como sobre sus aplicaciones en la industria alimentaria, con un énfasis especial en la industria láctea.

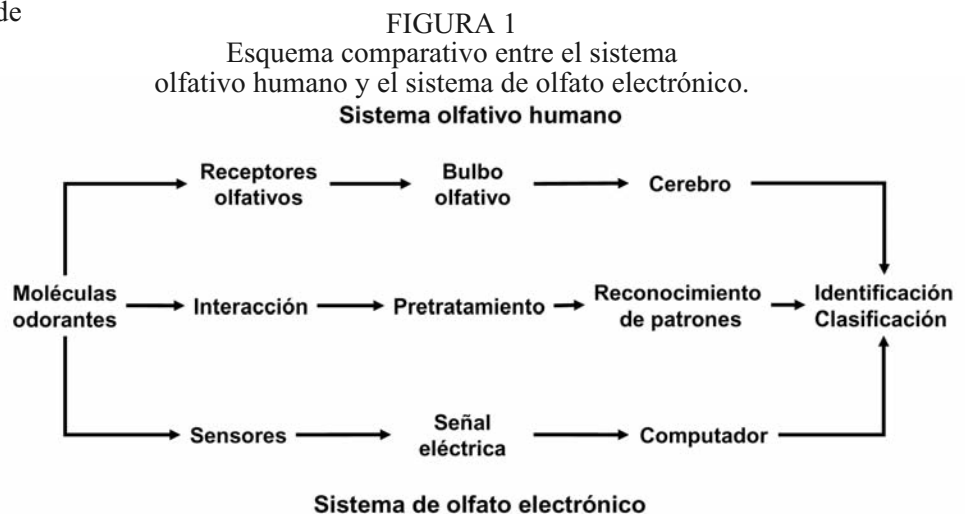
NARIZ ELECTRÓNICA: CONCEPTO, MODO DE OPERACIÓN Y ESTRUCTURA

La nariz electrónica puede definirse simplemente como un instrumento que imita el sentido del olfato, utilizando una matriz de sensores electroquímicos de especificidad parcial, y un sistema de reconocimiento de datos (2). Este instrumento está diseñado para detectar y discriminar olores de muestras simples y complejas, después de un período adecuado de entrenamiento (1). De ma-

nera general, puede decirse que la principal diferencia entre los análisis realizados con la nariz electrónica y los efectuados con los instrumentos tradicionales utilizados para la evaluación del aroma, es que estos últimos permiten identificar y cuantificar los componentes volátiles por separado, mientras que la nariz electrónica analiza las muestras de manera global, sin identificar sus componentes individuales, a menos que se encuentre acoplada a un instrumento tradicional como un espectrómetro de masas.

Aunque los primeros trabajos de desarrollo de los sistemas de olfato electrónico datan de los años 60, el concepto de la nariz electrónica como un sistema inteligente para la clasificación de olores no apareció sino 20 años después (1), y fue sólo hasta comienzos de la década de los 90', que los primeros sistemas comerciales de olfato electrónico aparecieron en el mercado (3). En la actualidad, varias compañías fabrican narices electrónicas comerciales para una amplia gama de aplicaciones en las áreas del medio ambiente, la salud y la alimentación, entre otros (4).

El modo de operación de la nariz electrónica puede ser comparado de manera general con el del sistema olfativo humano, tal como se muestra en la figura 1. Grosso modo, cuando el aire conteniendo moléculas odorantes llega a la nariz humana, éstas se introducen en la cavidad nasal y son transportadas por proteínas o directamente por difusión hacia el mucus, en donde pueden unirse a las células receptoras olfativas, las cuales envían señales eléctricas que son preclasificadas por el glomérulo en el bulbo olfativo. Posteriormente, las terminales nerviosas de los receptores



excitan las células mitrales, que envían señales hacia el cerebro, las cuales serán identificadas y reconocidas como un olor característico (5). En el caso de la nariz electrónica, los compuestos orgánicos volátiles presentes en la muestra primero se estabilizan en un espacio de cabeza, antes de ser aspirados por una bomba y conducidos a una cámara que contiene una matriz de sensores electroquímicos, los cuales producen un señal eléctrica proporcional a la concentración de los componentes aromáticos presentes en el espacio de cabeza, generando un perfil de aroma característico de la muestra, o en otras palabras, su huella aromática (smellprint). Este perfil es analizado con técnicas avanzadas de reconocimiento de patrones, capaces de clasificar el aroma como lo hace el sistema olfativo humano, sin identificar todos los componentes de la muestra (6). Después del análisis, los sensores son sometidos a una operación de limpieza, utilizando una corriente de un gas de referencia inerte, como el helio, el nitrógeno, o aire limpio filtrado a través de un filtro de carbón activado.

Estructura de la nariz electrónica

A pesar de que las narices electrónicas tienen diversos elementos tales como un sofisticado hardware, sensores, circuitos electrónicos, bombas, controladores de flujo y ventiladores (7); para describir globalmente la estructura de estos instrumentos, puede decirse que las narices electrónicas están compuestas principalmente por tres elementos (2): el sistema de muestreo, el sistema de detección y el sistema de procesamiento de datos.

El sistema de muestreo

La preparación y la manipulación de las muestras constituyen etapas críticas en los análisis de nariz electrónica. Por esta razón deben ser ejecutados con suficiente rigor, con el fin de obtener resultados confiables y reproducibles. Factores como la cantidad, la temperatura, el pH, y el acondicionamiento de la muestra, así como el tiempo necesario para estabilizar el espacio de cabeza, el flujo y la duración de la succión, son normalmente considerados y evaluados antes de la realización de medidas definitivas (4, 8). Sin embargo, debido a que las muestras pueden ser de naturaleza muy diferente (sólidas, líquidas o gaseosas), resulta

muy difícil proponer una metodología completa que indique con precisión todos los parámetros a estudiar y el tipo de muestreo más apropiado.

Además del pretratamiento y de las características de la muestra, las técnicas de muestreo también pueden jugar un papel muy importante en la calidad de los resultados. Los principales métodos de muestreo descritos en la literatura para conducir los componentes volátiles de las muestras hacia la matriz de sensores son el espacio de cabeza estático (static head space), el espacio de cabeza dinámico (dynamic head space) y el método de purga y trampa (purge and trap) (2, 8).

Espacio de cabeza estático (SHS): Cuando se utiliza esta técnica, la muestra se coloca en un recipiente herméticamente cerrado, y el muestreo del espacio de cabeza se realiza después haber alcanzado el equilibrio entre la matriz del alimento y la fase gaseosa. Esta técnica es quizás la más utilizada debido a su simplicidad, ya que el muestreo se puede hacer manual o automáticamente. Por el contrario, su principal desventaja es la baja sensibilidad, debido a que los componentes volátiles no son sometidos a una etapa de concentración.

Espacio de cabeza dinámico (DHS) y método de purga y trampa (P&T): En estas técnicas, los componentes volátiles de la muestra son purgados con una corriente de gas inerte y concentrados en un material adsorbente. Las moléculas adsorbidas son desorbidas por calentamiento, y posteriormente conducidas hacia la matriz de sensores. Estas técnicas se utilizan para aumentar la sensibilidad, ya que contemplan una etapa preliminar de concentración de los compuestos volátiles. La principal diferencia entre las técnicas de muestreo DHS y P&T, es que en el método P&T el gas inerte pasa a través de la muestra, mientras que en el DHS sólo el espacio libre es purgado con el gas inerte. La selección del material adsorbente depende principalmente de las características de los analitos, de la capacidad de adsorción y de las condiciones de adsorción-desorción. Cartuchos de micro-extracción en fase sólida (SPME), el "Twister" (stir bar sorptive extraction, SBSE) y el INDEX (Inside-needle dynamic extraction) son algunos dispositivos comerciales disponibles para la concentración de los componentes volátiles de las muestras.

El sistema de detección

Los sensores utilizados en las narices electrónicas son de especificidad parcial, es decir, no son selectivos

a una sustancia química en particular, sino más bien a grupos de sustancias químicas, como alcoholes, aldehídos, ácidos grasos, moléculas nitrogenadas, solventes orgánicos, etc. Los sensores están diseñados para convertir cambios en propiedades físicas o químicas en señales eléctricas proporcionales a la concentración de partículas específicas, tales como los átomos, moléculas o iones contenidos en el espacio de cabeza de la muestra (3). Los sensores utilizados en la fabricación de dispositivos de olfato electrónico deben reaccionar de forma reversible frente a los compuestos orgánicos volátiles, y los principales factores a considerar en su selección son el precio, la durabilidad, la sensibilidad, la rapidez de la respuesta, la robustez, la selectividad y la fiabilidad (9-10).

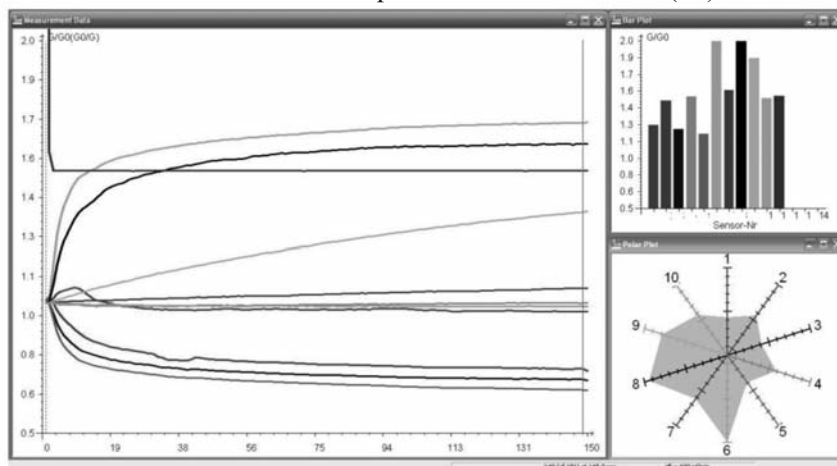
Existen varios tipos de sensores para aplicaciones de nariz electrónica disponibles en el mercado. Los sensores de óxidos metálicos (MOS) son los más utilizados, aunque polímeros conductores (CP), sensores de microbalanza de cuarzo (QMB), óxidos metálicos semiconductores transistores de efecto de campo (MOSFET), así como sensores ópticos, térmicos, piezoeléctricos y biosensores son también empleados en la fabricación de dispositivos de olfato electrónico (2, 4, 10-11).

Los sensores de óxidos metálicos consisten en un sustrato en cerámica (p. ej. alúmina) recubierto por una película de un óxido metálico semi-conductor (8). El óxido de estaño (SnO_2) es uno de los materiales más utilizados en la fabricación de sensores para narices electrónicas, aunque óxidos de zinc (ZnO), de titanio (TiO_2), de zirconio (ZrO_2) y de tungsteno (WO_3) pueden ser también empleados (12). Para aumentar la sensibilidad de los sensores, éstos pueden impregnarse con catalizadores metálicos como paladio, bismuto, oro o platino (2).

Cuando los componentes volátiles pasan a través de una matriz de sensores de óxidos metálicos, éstos sufren un cambio en su resistencia eléctrica o conductividad, debido a las reacciones de óxido-reducción que se producen en su superficie. La magnitud de este cambio es proporcional a la concentración de las mo-

léculas presentes en el espacio de cabeza de la muestra, y cada sensor i de la matriz de sensores produce una señal eléctrica independiente en respuesta al olor j , en función del tiempo ($X_{ij}(t)$). La señal puede representarse por medio de diagramas polares, de diagramas de barras, o como el cambio de conductividad durante el tiempo, tal como se ilustra en la figura 2. La intensidad y la dirección de la señal dependen principalmente de la velocidad del flujo y del tipo de gas portador, de la naturaleza, del tipo y de la concentración de los componentes volátiles, de la cinética de la reacción entre las moléculas odorantes y el material activo del sensor, de la naturaleza del sensor (p. ej. estructura física, porosidad, superficie específica) y de las condiciones ambientales (p.ej. temperatura, presión, humedad relativa) (1). Para obtener resultados repetitivos, debe prestarse especial atención a la temperatura y a la humedad de la cámara de los sensores, porque la respuesta de los sensores es muy sensible a estos parámetros (13).

FIGURA 2
Perfil del aroma del queso doblecrema fresco (47).



Las narices electrónicas comerciales pueden contener distintos tipos de sensores. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el hecho de aumentar el número de sensores no conduce siempre a la obtención de información adicional, ya que podría incrementarse el ruido debido a la detección de información sin importancia (4). Por lo tanto, un buen método para la construcción de una matriz de sensores para una nariz electrónica, consiste en elegir los sensores en función de la aplicación deseada y del conocimiento previo de los datos analíticos (4).

El sistema de procesamiento de datos

Como se mencionó anteriormente, en respuesta al olor j , cada sensor i produce una señal eléctrica independiente función de del tiempo, $X_{ij}(t)$. En consecuencia el conjunto de sensores de una nariz electrónica genera la siguiente matriz de datos, en la cual las columnas representan los vectores asociados a un olor o aroma particular, mientras que las filas representan la respuesta de un sensor individual a las diferentes medidas.

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \dots & \dots & X_{ij} & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{pmatrix}$$

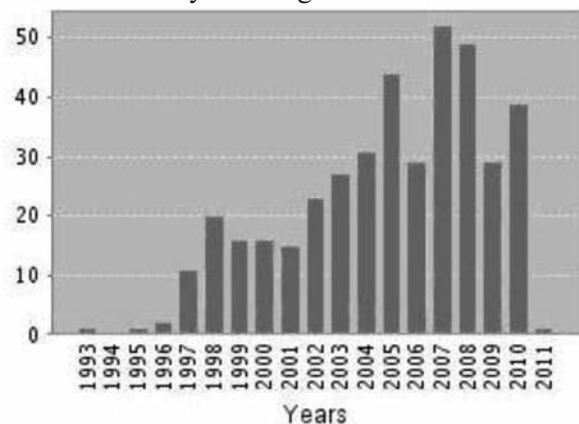
El tratamiento de los datos obtenidos con la nariz electrónica puede ser considerado como un método para reducir la dimensionalidad del sistema, buscando que las similitudes y diferencias entre las muestras pueden evaluarse con mayor facilidad (2, 10-12). Normalmente, el tratamiento de los datos incluye la utilización de técnicas de reconocimiento de patrones (TRP), las cuales pueden clasificarse como supervisadas y no supervisadas, lo que significa que la clasificación de las muestras puede llevarse a cabo con o sin el uso de datos de entrenamiento previo, respectivamente. En general, las TRP emplean métodos estadísticos multivariados como el análisis de componentes principales (PCA), el análisis de función discriminante (DFA) y el análisis de conglomerados (cluster analysis). Otra alternativa para analizar los datos, que ha mostrado grandes avances en los últimos años, es el uso de técnicas de inteligencia artificial como las redes neuronales artificiales (ANN), el método de los k vecinos más cercanos, las máquinas de soporte vectorial (SVM), entre otros (10, 14). Aunque la aplicación de estos métodos para el análisis de los datos en bruto puede producir resultados confiables, siempre es recomendable realizar un tratamiento previo de los datos, con el fin de eliminar aquellos que no proporcionan información importante, de reducir aún más la dimensionalidad del sistema, de eliminar las señales de ruido y de aumentar la precisión de las TRP (6, 8). Profundizar en los detalles de los métodos empleados para el análisis de los datos obtenidos con la nariz electrónica no es el objetivo de este trabajo.

Una revisión muy completa de los métodos de análisis de datos de los sistemas de la nariz electrónica ha sido publicado recientemente por Scott et al. (10), quienes han hecho un énfasis especial en las técnicas de inteligencia artificial.

APLICACIONES DE LA NARIZ ELECTRÓNICA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Desde la aparición de los primeros equipos comerciales en los años 90', las publicaciones científicas de las aplicaciones de la nariz electrónica en el campo de la ciencia y tecnología de alimentos han presentado un crecimiento constante, tal como se ilustra en la figura 3.

FIGURA 3
Número de publicaciones anuales sobre las aplicaciones de la nariz electrónica en la ciencia y tecnología de alimentos.



(Fuente: ISI Web of KnowledgeSM, <http://apps.isiknowledge.com>, publicado por Thomson Reuters. Consultado el 07/02/2011).

Los trabajos publicados muestran que las aplicaciones de la nariz electrónica en la industria alimentaria son muy amplias y variadas, pudiéndose clasificar en diferentes categorías, tales como la detección de contaminantes y de sabores desagradables (off-flavours), el control de los procesos de transformación, la evaluación del tiempo de vida útil, la estimación de la frescura y de la adulteración de los alimentos, la determinación del origen de los alimentos y otros estudios particulares de control de calidad (2, 12).

Muchos alimentos tales como carnes, pescados, productos lácteos, frutas, verduras, aceites, huevos, cereales, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, miel, vino, pan, cereales, café, vinagre, té, etc. han sido analizadas

con la nariz electrónica con diversos objetivos. Varios trabajos de revisión de la aplicación de la nariz electrónica en los alimentos han sido publicados recientemente, siendo los más representativos los de Berna (12), Ghasemi-Varnamkhasi et al. (15), Peris y Escuder-Gilabert (2), Plutowska y Wardencki (16), Deisingh et al. (17), Ampuero y Bosset (8) y Schaller et al. (7).

Particularmente, en el caso de la industria láctea, donde los métodos rápidos de análisis son muy necesarios, los excelentes resultados presentados en un centenar de estudios disponibles en la literatura, sugieren que la nariz electrónica podría tener aplicaciones importantes en el control de calidad de los productos lácteos, algunos de los cuales serán descritos brevemente a continuación.

Aplicaciones de la nariz electrónica en el análisis de la leche

La leche es un alimento esencial para la nutrición humana, pero también un substrato ideal para el crecimiento y desarrollo de microorganismos. Después del ordeño, la leche destinada al consumo humano debe ser sometida a tratamientos térmicos con el fin de destruir los microorganismos patógenos e inactivar ciertas enzimas que pueden causar una disminución en su calidad nutricional. No obstante, un calentamiento excesivo puede favorecer la aparición de off-flavours debido a la desnaturalización de proteínas ricas en azufre, lo cual se constituye en un inconveniente de la leche ultrapasteurizada, por ejemplo. En este sentido, diversos estudios han demostrado que la nariz electrónica puede utilizarse para diferenciar con gran precisión las leches pasteurizadas de las leches UHT, ya que los resultados obtenidos con este instrumento son comparables a los obtenidos mediante técnicas de análisis sensorial (18-20).

Por otra parte, es bien sabido que la adulteración de la leche mediante la adición de agua es una práctica ilegal muy frecuente en los países de América latina, que disminuye el valor nutricional de la leche y causa grandes pérdidas económicas a la industria láctea. Yu et al. (21) estudiaron la adulteración de la leche con diferentes proporciones de agua utilizando una nariz electrónica comercial dotada con 10 sensores óxido-metálicos. Después de analizar los datos con PCA y análisis lineal de discriminantes (LDA), los resultados publicados por estos autores indican que la nariz elec-

trónica permite diferenciar claramente las leches normales de las leches adulteradas.

La determinación del tiempo de vida útil de la leche mediante la aplicación de nariz electrónica ha sido objeto de varios estudios. Los resultados de los estudios publicados sugieren que con la nariz electrónica es posible determinar fácil y rápidamente el tiempo de almacenamiento de la leche (21-24). Además, los resultados de la nariz electrónica podrían ser más precisos que los obtenidos por medio de los análisis microbiológicos utilizados tradicionalmente para la evaluación del tiempo de vida útil de la leche, y comparables con aquellos producidos mediante la aplicación de métodos estadísticos propuestos para la estimación del tiempo de vida útil de los alimentos, como el Weibull Hazard (22-24).

Otras aplicaciones de la nariz electrónica en el análisis de leches incluyen el efecto de la dieta en la composición de la leche (25-26), la identificación de leches mastíticas (27-28), el monitoreo del crecimiento de microorganismos (29-33), el control de la reacción de Maillard durante los procesos de calentamiento (34), la identificación de trimetilamina (35), la identificación y clasificación de off-flavours (36-39) y la detección de aflatoxina M1 (40-41).

Aplicaciones de la nariz electrónica en el análisis de quesos

La evolución del aroma y sabor durante la maduración del queso es un proceso complejo en el cual intervienen la microflora presente y diversas reacciones químicas y bioquímicas que generan alcoholes, ácidos, cetonas, fenoles y ácidos grasos libres, entre otros compuestos, a partir de la lactosa, la grasa y las proteínas. Sin embargo, cada tipo de queso posee un aroma característico de su proceso de elaboración, y en consecuencia la nariz electrónica ha sido empleada en múltiples aplicaciones en el control de calidad de varios tipos de quesos.

Gursoy et al. (42) reportaron recientemente que la clasificación de quesos Emmental en función del tiempo de maduración, puede llevarse a cabo utilizando la nariz electrónica. Similarmente, Contarini et al. (43) emplearon una nariz electrónica para diferenciar dos tipos de quesos de oveja Pecorino Toscano de acuerdo a su tiempo de maduración, siendo sus resultados comparables con aquellos obtenidos mediante análisis de

cromatografía en fase gaseosa acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS). Por su parte, Schaller et al. (44) estudiaron el estado de maduración de queso Suizo Emmental durante un año, utilizando sistemas de olfato electrónico compuestos por sensores de diferentes tecnologías (QMB, CP, MOFSET y MOS). Estos autores reportaron que los sensores MOS fueron los más eficaces para discriminar los quesos de acuerdo a las etapas de maduración, mientras que las señales de los otros tipos de sensores mostraron una sensibilidad muy baja hacia los componentes volátiles del queso. Sin embargo, la combinación de sensores de tecnologías diferentes condujo a una buena clasificación de los quesos en función del tiempo de maduración. El principal inconveniente mencionado por estos autores fue la pérdida de la sensibilidad de los sensores de MOS y de CP, probablemente debido a una fuerte adsorción de los ácidos grasos de cadena corta presentes en las muestras de queso, lo cual condujo al reemplazo de varios de estos sensores en menos de un año. Otro estudio sobre la aplicación de la nariz electrónica en el análisis de maduración de quesos es el efectuado por Trihaas et Nielsen (45), quienes utilizando un sistema de olfato electrónico compuesto por 14 sensores de CP, clasificaron con éxito el queso roquefort en función del tiempo de maduración.

La nariz electrónica también ha sido empleada para estimar el tiempo de vida útil de diversos tipos de quesos. Benedetti et al. (46) demostraron la posibilidad de determinar el tiempo de vida útil del queso Crescenza almacenado a diferentes temperaturas, utilizando una nariz electrónica equipada con 22 sensores (10 MOFSET y 12 MOS). La capacidad predictiva del modelo de clasificación propuesto por estos autores fue confirmada mediante el muestreo y análisis de quesos Crescenza comerciales. Recientemente, en nuestro grupo de investigación hemos utilizado una nariz electrónica comercial compuesta por 10 sensores de óxidos metálicos para evaluar el tiempo de vida útil de varios quesos típicos de Colombia. Tal como ilustra la figura 4, la nariz electrónica permitió la clasificación

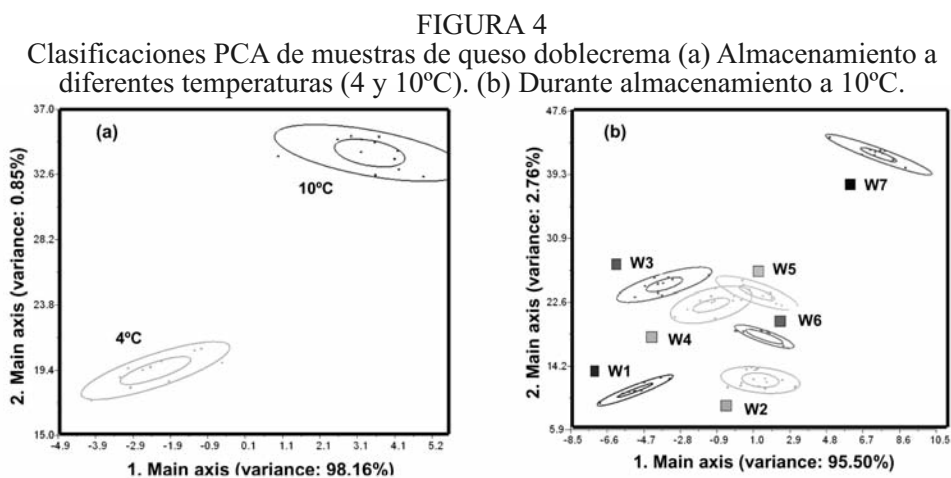
del queso doble crema en función del tiempo y de la temperatura de almacenamiento. Además, los resultados obtenidos presentaron una buena correlación con los análisis físicoquímicos, microbiológicos y sensoriales usados tradicionalmente para la determinación de la vida útil de alimentos (47).

Estudios sobre la autenticidad del origen de los quesos Emmental han sido desarrollados por Pillonel et al. (48) y Gürsoy et al. (42), quienes clasificaron con alta precisión los quesos Emmental en función del país de origen, utilizando narices electrónicas comerciales. El modelo de clasificación propuesto por estos autores fue validado mediante el análisis de réplicas de quesos, obteniendo precisiones superiores al 90% para la diferenciación entre los quesos suizos y los quesos provenientes de otros países.

Otros trabajos asociados con las aplicaciones de la nariz electrónica en el control de calidad de quesos bien documentados en la literatura, tratan sobre la distinción de diferentes variedades de quesos (39, 42, 49), la identificación de la microbiota de varios tipos de quesos (50), las características del aroma generado por diversas bacterias lácticas en diferentes variedades de quesos (51-55), la caracterización del aroma del queso Cheddar (56-59), la identificación de off-flavours del queso Emmental (60-61), y la evaluación y clasificación de quesos (62).

Aplicaciones de la nariz electrónica en el análisis de leches fermentadas

Los estudios sobre las aplicaciones de la nariz electrónica en el control de calidad de leches fermentadas no son muy abundantes, y el principal objetivo de los



estudios disponibles ha sido el control del proceso de la fermentación de la leche. Cimander et al. (63) monitorearon el proceso de elaboración de yogur empleando una nariz electrónica compuesta por 10 sensores MOFSET y 19 sensores de óxido de estaño. Estos autores indicaron que luego del tratamiento de los datos de la nariz electrónica utilizando redes neuronales artificiales (ANN), fue posible predecir en tiempo real el valor de pH, así como las concentraciones de galactosa, lactosa y lactato, durante el proceso de fermentación de la leche. Resultados similares fueron obtenidos por Navratil et al. (64), quienes combinando la tecnología de espectrometría de infrarrojo cercano (NIR) con nariz electrónica, reportaron la predicción de los valores de pH y de acidez titulable durante el proceso de elaboración de yogur y de filmjölkk en condiciones industriales. De otra parte, Collier et al. (65) diferenciaron con una precisión superior al 75% muestras de yogur en función del tipo de cultivo láctico empleado en su fabricación, utilizando una nariz electrónica comercial.

Aplicaciones de la nariz electrónica en el análisis de otros productos lácteos

Las aplicaciones de la nariz electrónica en el control de calidad de otros productos lácteos incluyen el estudio de los efectos estacionales en el aroma de leche entera en polvo (37), la clasificación y determinación del estado de oxidación de fórmulas infantiles y substitutos de leche materna (66-67), la identificación de diferentes ingredientes a base de componentes de la leche (68) y el estudio de la variación del aroma del helado de fresa en función del contenido de materia grasa (69).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA NARIZ ELECTRÓNICA

La nariz electrónica presenta las siguientes ventajas si se compara con otras técnicas analíticas para la evaluación del aroma de los alimentos: Los análisis de nariz electrónica son generalmente muy rápidos y pueden realizarse de manera continua; la operación del equipo es muy simple, pudiendo ser utilizado por personal no especializado; los resultados de los análisis pueden obtenerse en tiempo real; es una tecnología versátil, limpia y de bajo costo; las narices electrónicas

pueden detectar concentraciones de aromas del orden de partes por millón, y pueden acoplarse a otros equipos de análisis, como espectrómetros de masas; las muestras a analizar pueden ser sólidos, líquidos o gases, y con un adecuado y suficiente entrenamiento, las narices electrónicas pueden aprender nuevos patrones de olor gracias a funciones de almacenamiento de datos. Estas ventajas hacen de la nariz electrónica un instrumento ideal para la clasificación y diferenciación de una gran variedad de productos, siempre y cuando su composición no sea requerida.

Ahora bien, como la mayoría de los instrumentos, la nariz electrónica presenta algunas desventajas, siendo la principal la variación de la señal de respuesta de los sensores durante su tiempo de vida útil, así como su sensibilidad a la humedad y a ciertos compuestos como el etanol. Estas desventajas podrían conducir a deficiencias en la reproducibilidad de los resultados, y es quizás la razón por la cual las aplicaciones de la nariz electrónica a nivel industrial no son aún muy numerosas, a pesar de la gran cantidad de literatura científica y de trabajos de investigación disponibles. Sin embargo, los recientes avances en la nanotecnología y en el desarrollo de nuevos materiales contribuirán seguramente al desarrollo de sistemas de olfato electrónico destinados a aplicaciones específicas.

CONCLUSIONES

En este trabajo se describieron las principales características de la nariz electrónica, así como sus principales aplicaciones en la industria láctea. Este instrumento que imita el sistema olfativo humano y que ha demostrado excelentes resultados para la clasificación y diferenciación de una gran variedad de alimentos, ha permitido estimar parámetros que requieren normalmente análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, tales como el tiempo de vida útil de diferentes productos lácteos como la leche y el queso, por ejemplo. Además, la nariz electrónica ha sido utilizada en muchos casos prácticos, como la diferenciación de las etapas de maduración de varios tipos de quesos, en el control del proceso de fermentación de la leche, en la identificación de quesos por origen geográfico y en la detección de leches adulteradas con agua, entre otros. En la mayoría de los casos, las precisiones obtenidas en los problemas de clasificación, identificación o diferenciación son muy satis-

factorias, dado que generalmente son superiores al 85%. Sin embargo, para que la nariz electrónica encuentre aplicaciones masivas en el control de calidad a nivel industrial, estudios más largos que permitan evaluar la precisión y reproducibilidad a largo tiempo son necesarios. Adicionalmente, métodos de calibración estándar serían necesarios con el fin de poder validar la nariz electrónica como un instrumento aceptado por los organismos oficiales de control y de inspección de alimentos. No obstante, pese a algunos inconvenientes, el futuro de la nariz electrónica en el control de calidad de los alimentos parece bastante prometedor, dado que los avances en ciencias como la nanotecnología y en el desarrollo de sistemas de reconocimiento de datos podrían facilitar el diseño de instrumentos para aplicaciones específicas.

REFERENCIAS

- Gardner JW, Bartlett PN. A brief history of electronic noses. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 1994;18(1-3):210-1.
- Peris M, Escuder-Gilabert L. A 21st century technique for food control: Electronic noses. *Anal Chim Acta*. 2009;638(1):1-15.
- Vanneste E, Geise HJ. *Commercial Electronic Nose Instruments*. Pearce TC, Schiffman SS, Nagle HT, Gardner JW, editors: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; 2004.
- Rock F, Barsan N, Weimar U. Electronic nose: Current status and future trends. *Chem Rev*. 2008;108(2):705-25.
- Rinaldi A. The scent of life. *EMBO Rep*. 2007;8(7):629-33.
- Durán C. Diseño y optimización de los subsistemas de un sistema de olfato electrónico para aplicaciones agroalimentarias e industriales. Tarragona: Universitat Rovira I Virgili; 2005.
- Schaller E, Bosset JO, Escher F. 'Electronic noses' and their application to food. *Food Sci Technol-Leb*. 1998;31(4):305-16.
- Ampuero S, Bosset JO. The electronic nose applied to dairy products: a review. *Sensor Actuat B-Chem*. 2003;94(1):1-12.
- Brezmes J. Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de la maduración de la fruta. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya; 2001.
- Scott SM, James D, Ali Z. Data analysis for electronic nose systems. *Microchim Acta*. 2006;156(3-4):183-207.
- James D, Scott SM, Ali Z, O'Hare WT. Chemical sensors for electronic nose systems. *Microchim Acta*. 2005;149(1-2):1-17.
- Berna A. Metal Oxide Sensors for Electronic Noses and Their Application to Food Analysis. *Sensors-Basel*. 2010;10(4):3882-910.
- Roussel S, Forsberg G, Grenier P, Bellon-Maurel V. Optimisation of electronic nose measurements. Part II: Influence of experimental parameters. *J Food Eng*. 1999;39(1):9-15.
- Distante C, Ancona N, Siciliano P. Support vector machines for olfactory signals recognition. *Sensor Actuat B-Chem*. 2003;88(1):30-9.
- Ghasemi-Varnamkhasti M, Mohtasebi SS, Siadat M, Balasubramanian S. Meat Quality Assessment by Electronic Nose (Machine Olfaction Technology). *Sensors-Basel*. 2009;9(8):6058-83.
- Plutowska B, Wardencki W. Aromagrams - Aromatic profiles in the appreciation of food quality. *Food Chem*. 2007;101(2):845-72.
- Deisingh AK, Stone DC, Thompson M. Applications of electronic noses and tongues in food analysis. *Int J Food Sci Tech*. 2004;39(6):587-604.
- Di Natale C, Macagnano A, Paolesse R, Mantini A, Tarizzo E, D'Amico A, et al. Electronic nose and sensorial analysis: comparison of performances in selected cases. *Sensor Actuat B-Chem*. 1998;50(3):246-52.
- Di Natale C, Paolesse R, Macagnano A, Mantini A, D'Amico A, Legin A, et al. Electronic nose and electronic tongue integration for improved classification of clinical and food samples. *Sensor Actuat B-Chem*. 2000;64(1-3):15-21.
- Brudzewski K, Osowski S, Markiewicz T. Classification of milk by means of an electronic nose and SVM neural network. *Sensor Actuat B-Chem*. 2004;98(2-3):291-8.
- Yu HC, Wang J, Xu Y. Identification of adulterated milk using electronic nose. *Sensor Mater*. 2007;19(5):275-85.
- Capone S, Siciliano P, Quaranta F, Rella R, Epifani M, Vasanelli L. Analysis of vapours and foods by means of an electronic nose based on a sol-gel metal oxide sensors array. *Sensor Actuat B-Chem*. 2000;69(3):230-5.
- Marsili RT. Shelf-life prediction of processed milk by solid-phase microextraction, mass spectrometry, and multivariate analysis. *J Agr Food Chem*. 2000;48(8):3470-5.
- Labreche S, Bazzo S, Cade S, Chanie E. Shelf life determination by electronic nose: application to milk. *Sensor Actuat B-Chem*. 2005;106(1):199-206.
- Rossetti L, Langman L, Grigioni GM, Biolatto A, Sancho AM, Comeron E, et al. Antioxidant status and odour profile in milk from silage or lucerne-fed cows. *Aust J Dairy Technol*. 2010;65(1):3-9.

26. Falchero L, Sala G, Gorlier A, Lombardi G, Lonati M, Masoero G. Electronic Nose analysis of milk from cows grazing on two different Alpine vegetation types. *J Dairy Res.* 2009;76(3):365-71.
27. Eriksson A, Waller KP, Svennersten-Sjaunja K, Haugen JE, Lundby F, Lind O. Detection of mastitic milk using a gas-sensor array system (electronic nose). *Int Dairy J.* 2005;15(12):1193-201.
28. Hettinga KA, van Valenberg HJF, Lam TJGM, van Hooijdonk ACM. Detection of mastitis pathogens by analysis of volatile bacterial metabolites. *Journal of Dairy Science.* 2008;91(10):3834-9.
29. Haugen JE, Rudi K, Langsrud S, Bredholt S. Application of gas-sensor array technology for detection and monitoring of growth of spoilage bacteria in milk: A model study. *Anal Chim Acta.* 2006;565(1):10-6.
30. Ali Z, O'Hare WT, Theaker BJ. Detection of bacterial contaminated milk by means of a quartz crystal microbalance based electronic nose. *J Therm Anal Calorim.* 2003;71(1):155-61.
31. Korel F, Balaban MO. Microbial and sensory assessment of milk with an electronic nose. *J Food Sci.* 2002;67(2):758-64.
32. Magan N, Pavlou A, Chrysanthakis I. Milk-sense: a volatile sensing system recognises spoilage bacteria and yeasts in milk. *Sensor Actuat B-Chem.* 2001;72(1):28-34.
33. Capone S, Epifani M, Quaranta F, Siciliano P, Taurino A, Vasanelli L. Monitoring of rancidity of milk by means of an electronic nose and a dynamic PCA analysis. *Sensor Actuat B-Chem.* 2001;78(1-3):174-9.
34. Zondervan C, Muresan S, de Jonge HG, van Velzen EUT, Wilkinson C, Nijhuis HH, et al. Controlling Maillard reactions in the heating process of blockmilk using an electronic nose. *J Agr Food Chem.* 1999;47(11):4746-9.
35. Ampuero S, Zesiger T, Gustafsson V, Lunden A, Bosset JO. Determination of trimethylamine in milk using an MS based electronic Nose. *Eur Food Res Technol.* 2002;214(2):163-7.
36. Vazquez-Landaverde PA, Velazquez G, Torres JA, Qian MC. Quantitative determination of thermally derived off-flavor compounds in milk using solid-phase microextraction and gas chromatography. *Journal of Dairy Science.* 2005;88(11):3764-72.
37. Biolatto A, Grigioni G, Irueta M, Sancho AM, Taverna M, Pensel N. Seasonal variation in the odour characteristics of whole milk powder. *Food Chem.* 2007;103(3):960-7.
38. Marsili RT. SPME-MS-MVA as an electronic nose for the study of off-flavors in milk. *J Agric Food Chem.* 1999;47(2):648-54.
39. Mariaca R, Bosset JO. Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products. *Lait.* 1997;77(1):13-40.
40. Barbiroli A, Bonomi F, Benedetti S, Mannino S, Monti L, Cattaneo T, et al. Binding of aflatoxin M-1 to different protein fractions in ovine and caprine milk. *Journal of Dairy Science.* 2007;90(2):532-40.
41. Benedetti S, Bonomi F, Iametti S, Mannino S, Cosio MS. Detection of aflatoxin M1 in ewe milk by using an electronic nose. *Proceedings of the 2nd Central European Meeting: 5th Croatian Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists, 2004.* 2005:101-5.
42. Gursoy O, Somervuo P, Alatosava T. Preliminary study of ion mobility based electronic nose MGD-1 for discrimination of hard cheeses. *J Food Eng.* 2009;92(2):202-7.
43. Contarini G, Povolò M, Toppino PM, Radovic B, Lipp M, Anklam E. Comparison of three different techniques for the discrimination of cheese: application to the ewe's cheese. *Milchwissenschaft.* 2001;56(3):136-40.
44. Schaller E, Bosset JO, Escher F. Practical experience with 'electronic nose' systems for monitoring the quality of dairy products. *Chimia.* 1999;53(3):98-102.
45. Trihaas J, Nielsen PV. Electronic nose technology in quality assessment: Monitoring the ripening process of Danish blue cheese. *J Food Sci.* 2005;70(1):E44-E9.
46. Benedetti S, Sinelli N, Buratti S, Riva M. Shelf life of Crescenza cheese as measured by electronic nose. *J Dairy Sci.* 2005;88(9):3044-51.
47. Osorio DP, Novoa CF, Gutiérrez L-F. Determinación de la viabilidad de la nariz electrónica en la predicción de la vida útil del queso doble crema. 10º Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ACTA; Septiembre 21-24; Bogotá, Colombia.2010.
48. Pillonel L, Ampuero S, Tabacchi R, Bosset JO. Analytical methods for the determination of the geographic origin of Emmental cheese: volatile compounds by GC/MS-FID and electronic nose. *Eur Food Res Technol.* 2003;216(2):179-83.
49. Benedetti S, Pompei C, Mannino S. Comparison of an electronic nose with the sensory evaluation of food products by "triangle test". *Electroanal.* 2004;16(21):1801-5.
50. Asteri IA, Robertson N, Kagkli DM, Andrewes P, Nychas G, Coolbear T, et al. Technological and flavour potential of cultures isolated from traditional Greek cheeses - A pool of novel species and starters. *Int Dairy J.* 2009;19(10):595-604.
51. Kocaoglu-Vurma NA, Harper WJ, Drake MA, Courtney PD. Microbiological, chemical, and sensory characteristics of Swiss cheese manufactured with adjunct

- Lactobacillus strains using a low cooking temperature. *Journal of Dairy Science*. 2008;91(8):2947-59.
52. Marilley L, Ampuero S, Zesiger T, Casey MG. Screening of aroma-producing electronic lactic acid bacteria with an nose. *Int Dairy J*. 2004;14(10):849-56.
 53. Marilley L, Casey MG. Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *Int J Food Microbiol*. 2004;90(2):139-59.
 54. Gutierrez-Mendez N, Vallejo-Cordoba B, Gonzalez-Cordova AF, Nevarez-Moorillon GV, Rivera-Chavira B. Evaluation of aroma generation of *Lactococcus lactis* with an electronic nose and sensory analysis. *Journal of Dairy Science*. 2008;91(1):49-57.
 55. Irmiler S, Heusler ML, Raboud S, Schlichtherle-Cerny H, Casey MG, Eugster-Meier E. Rapid volatile metabolite profiling of *Lactobacillus casei* strains: selection of flavour producing cultures. *Aust J Dairy Technol*. 2006;61(2):123-7.
 56. Drake MA, Gerard PD, Kleinhenz JP, Harper WJ. Application of an electronic nose to correlate with descriptive sensory analysis of aged Cheddar cheese. *Lebensm-Wiss Technol*. 2003;36(1):13-20.
 57. O'Riordan PJ, Delahunty CM. Characterisation of commercial Cheddar cheese flavour. 1: traditional and electronic nose approach to quality assessment and market classification. *Int Dairy J*. 2003;13(5):355-70.
 58. O'Riordan PJ, Delahunty CM. Characterisation of commercial Cheddar cheese flavour. 2: study of Cheddar cheese discrimination by composition, volatile compounds and descriptive flavour assessment. *Int Dairy J*. 2003;13(5):371-89.
 59. Visser FR, Taylor M. Improved performance of the Aromascan A32S electronic nose and its potential for detecting aroma differences in dairy products. *J Sens Stud*. 1998;13(1):95-120.
 60. Schaller E, Bosset JO, Escher F. Feasibility study: Detection of "rind taste" off-flavour in Swiss Emmental cheese using an "electronic nose" and a GC-MS. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*. 2000;91(5):610-5.
 61. Jou KD, Harper WJ. Pattern recognition of Swiss cheese aroma compounds by SPME/GC and an electronic nose. *Milchwissenschaft*. 1998;53(5):259-63.
 62. Wijesundera C, Walsh T. Evaluation of an electronic nose equipped with metal oxide sensors for cheese grading. *Aust J Dairy Technol*. 1998;53(2):141-.
 63. Cimander C, Carlsson M, Mandenius CF. Sensor fusion for on-line monitoring of yoghurt fermentation. *J Biotechnol*. 2002;99(3):237-48.
 64. Navratil M, Cimander C, Mandenius CF. On-line multisensor monitoring of yogurt and Filmjolk fermentations on production scale. *J Agr Food Chem*. 2004;52(3):415-20.
 65. Collier WA, Baird DB, Park-Ng ZA, More N, Hart AL. Discrimination among milks and cultured dairy products using screen-printed electrochemical arrays and an electronic nose. *Sensor Actuat B-Chem*. 2003;92(1-2):232-9.
 66. Fenaille F, Visani P, Fumeaux R, Milo C, Guy PA. Comparison of mass spectrometry-based electronic nose and solid phase MicroExtraction gas chromatography mass spectrometry technique to assess infant formula oxidation. *J Agr Food Chem*. 2003;51(9):2790-6.
 67. Chavez-Servin JL, Castellote AI, Lopez-Sabater MC. Volatile compounds and fatty acid profiles in commercial milk-based infant formulae by static headspace gas chromatography: Evolution after opening the packet. *Food Chem*. 2008;107(1):558-69.
 68. Wang B, Xu SY, Sun DW. Application of the electronic nose to the identification of different milk flavoureds. *Food Res Int*. 2010;43(1):255-62.
 69. Miettinen SM, Piironen V, Tuorila H, Hyvonen L. Electronic and human nose in the detection of aroma differences between strawberry ice cream of varying fat content. *J Food Sci*. 2002;67(1):425-30.

Recibido: 15-03-2011
 Aceptado: 06-05-2011

Caracterización bioquímica, fisicoquímica y funcional de turbot (*Scophthalmus maximus*) y estudio de sus modificaciones durante el almacenamiento a 4°C

Lilian Abugoch, Cristian Tapia, María Elena Aravena, Luis López, Alberto Ramírez y Manuel Oyarzo

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Fundación Chile. Inspectorate Griffith Chile S.A. Chile

RESUMEN. El turbot es un pez plano (*Scophthalmus maximus*), es uno de los peces que se adapta muy bien al cultivo intensivo en granja. Es necesario conocer sus propiedades fisicoquímicas-bioquímicas-tecnológicas y cómo éstas cambian durante su almacenamiento una vez que han sido cosechados. El objetivo de este estudio fue evaluar la composición centesimal, propiedades bioquímicas, fisicoquímicas y funcionales, y cómo se ven influenciadas por el almacenamiento a 4°C durante 16 días. Se determinó su composición proximal, electroforesis en geles de poliacrilamida desnaturantes (PAGE-SDS), estabilidad térmica proteica a través de calorimetría diferencial de barrido (DSC). Se evaluó pH, nitrógeno básico volátil total (NBV-T), pérdida por goteo, textura, capacidad de retención de agua (CRA), emulsificación (CE) y gelificación (CG). El análisis proximal fue: humedad 76,3%; proteínas 19,6%; lípidos 2,71%; cenizas 1,3%. Se encontraron dos transiciones térmicas (DSC) a 47,5°C (miosina) y 76,9°C (actina). PAGE-SDS mostraron perfiles correspondientes a proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas y durante el almacenamiento no se vieron alterados. El pH cambió desde 5,9 a 6,6; las NBV-T variaron desde 20,0 a 39,5 mg NBVT/100 g músculo al día 16. CRA presentó valores de 10,5% y llegando al final a 58,1%, sin embargo no presentó CG. La CE y CRA aumentaron por el almacenamiento debido a cambios conformacionales de las proteínas. El esfuerzo de compresión fluctuó entre 111,2 a 106,0 N; el esfuerzo de cizalla fue disminuyendo en el tiempo de almacenamiento desde 148,6 a 95,2 N. La pérdida por goteo varió entre 1,7% a 2,5%. El estudio de almacenamiento refrigerado por 16 días, permitió concluir que el parámetro de frescura de NBV-T, sobrepasa el límite permitido de comercialización a los 14 días de almacenamiento, determinando de esa forma su vida útil.

Palabras clave: Turbot (*Scophthalmus maximus*); refrigeración, frescura, propiedades funcionales, calidad

SUMMARY. Biochemical, physicochemical and functional characterization of turbot (*Scophthalmus maximus*). Study of the changes occurring during the 4°C storage. The turbot (*Scophthalmus maximus*) is a kind of flatfish that is well adapted to intensive farm culture. After the harvest it is necessary to know the physicochemical, biochemical and technological properties and if during the refrigerated storage, changes of these properties are developed. The main objective of the study was the assessment of the proximal composition, the biochemical, physicochemical and functional properties, and how they are influenced during the 16 days storage at 4° C. Parameters such as centesimal composition, PAGE-SDS, and protein thermal stability through a DSC were carried out. pH, total volatile base-nitrogen (TVB-N) dripping, texture, holding water capacity (WHC), emulsification (EC) and gelification (GC) were also determined. Results for the proximal composition were: humidity 76,3%; fat content 2,71%; proteins 19,6%; and ashes 1,3%. Two different thermal transitions at 47,5°C (myosin) and 76,9°C (actin) were observed. The PAGE-SDS showed profiles corresponding to myofibrilars and sarcoplasmatic proteins, which presented no changes during the storage. pH experimented an increase from 5,9 to 6,6; TVB-N showed a variation from 20,0 to 39,5 mg TVB-N/100 g of muscle at the day 16. The WHC started with a 10,5% and ended in 58,1%; no GC was observed. The increase of the EC and WHC during the storage was due to conformational changes of proteins. The compression force presented a fluctuation between 111,2 and 106,0 N and the shear strain decreased during the storage from 148,6 to 95,2 N. The dripping showed a variation between 1,7% and 2,5%. According to the results of the storage during 16 days at 4°C, the NBV-T content determined a shelf life of 14 days.

Key words: Turbot (*Scophthalmus maximus*); refrigeration, freshness, functional properties, quality.

INTRODUCCION

El turbot o rodaballo (*Scophthalmus maximus*) de cultivo, es comercializado principalmente como fresco-refrigerado y en menor cantidad como productos vivos y congelados, es un recurso proveniente de la acuicul-

tura, al que se hace interesante conocer sus características tecnológicas, propiedades bioquímicas, fisicoquímicas y su estabilidad en el tiempo de almacenado durante la refrigeración. La distribución geográfica del turbot se extiende desde el norte de África hasta el Atlántico norte (Noruega), incluyendo el mar Mediterráneo (1).

El deterioro del músculo de pescado magro durante su almacenamiento o elaboración es principalmente el resultado de la desnaturalización sus proteínas miofibrilares (2, 3, 4). El grado de deterioro de un producto marino fresco-refrigerado, puede ser evaluado mediante una inspección visual, determinación de índices químicos y bioquímicos para determinar la frescura en pescados como el pH, nitrógeno básico volátil total (NBV-T) (5). En la carne de pescado recién eviscerada se advierte una reacción débilmente alcalina (pH 7,0 a 7,4); en el transcurso del proceso del rigor mortis se alcanzan valores tan bajos como 5,9 a 6,3, los cuales durante el almacenamiento llegan a la neutralidad y la sobrepasan (pH 7,0 a 8,0) (6). Dentro de los índices bioquímicos objetivos para determinar el estado de frescura de los peces están las bases volátiles totales: donde se determina, principalmente, la presencia de amoníaco, trimetilamina y dimetilamina, y se expresa como NBV-T (5, 6, 7). El máximo permitido por la legislación chilena es de 30 mg/100 g (8). Conociendo las propiedades fisicoquímicas, bioquímicas, funcionales y de frescura es posible establecer las condiciones de almacenamiento adecuadas de una determinada especie, así como también alternativas tecnológicas de procesamiento. Dado el planteamiento anterior, el objetivo de este estudio fue caracterizar bioquímica, fisicoquímica y funcionalmente filetes de turbot recién cosechados y sus modificaciones durante el almacenamiento a 4°C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima: El turbot (*Scophthalmus maximus*), fue proporcionado por la empresa Granjamar S.A con 12 h de sacrificio, desde sus centros de cultivo ubicados en Tongoy-Chile, al Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile. Se recibieron las muestras en cajas de poliestireno expandido y cubiertos con hielo, donde se procedió a la evisceración y fileteado. El peso promedio de los individuos fue de alrededor de 1,5. El rendimiento obtenido para los procesos de evisceración y fileteado fue de 25,9 %. Posteriormente los filetes fueron dispuestos en bolsas plásticas previamente rotuladas para sus respectivos análisis y se almacenaron en refrigeración a 4°C hasta su análisis. El tamaño de muestra para cada estudio fue de 18 individuos, se re-

alizó este estudio en dos oportunidades. En cada cinética realizada se hizo un seguimiento durante 16 días, tomando muestras cada dos días. Cada parámetro fue medido en triplicado.

Composición proximal

Los contenidos de materia seca a 105°C (método 945.15), cenizas (método 920.153), proteína cruda (método 945.18) usando el factor 6,25 y extracto etéreo (método 945.16), se evaluaron según lo descrito por la AOAC (9).

Extracción, cuantificación y determinación de perfiles electroforéticos de proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares.

El proceso de extracción realizado se basó en la técnica descrita por Suzuki (2) y Kawashima et al. (10). Las proteínas sarcoplasmáticas de la carne de turbot se obtuvieron lavando el músculo con amortiguador fosfato de sodio de fuerza iónica $I=0,05$ y $pH=7,5$, solubilizando así las proteínas sarcoplasmáticas (PSS). Luego las proteínas miofibrilares (PMS) se obtuvieron solubilizando el insoluble de la anterior extracción con una solución amortiguadora de $I=0,5$ y $pH=7,5$. Cada etapa de solubilización fue seguida por una centrifugación a 10.000 g durante 30 minutos a 4°C. La proteína del sobrenadante (PSS y PMS) fue cuantificada por el método descrito por Layne (11), posteriormente fueron sometidas a electroforesis en geles de acrilamida en condiciones desnaturantes (PAGE-SDS) con o sin condiciones reductoras.

Para el análisis electroforético se prepararon geles de poli(acrilamida) al 12 % (p/v) en presencia de dodecilsulfato sódico de acuerdo a Laemmli (12). Se prepararon geles de 3 mm de espesor y 6 cm de altura. Se dejaron polimerizar a temperatura ambiente, posteriormente se agregó el gel concentrador de 2 cm de altura, al 4 % (p/v) de poli(acrilamida), en presencia de SDS, dejándolo polimerizar a temperatura ambiente. Para la corrida del gel se utilizó una solución amortiguadora de trizma base-glicina; $pH=8,2$. En cada bolsillo de la electroforesis se inyectó aproximadamente 8 μ g de proteína y en un bolsillo adicional se agregó 3 μ L de una solución que contenía una mezcla de proteínas estándar preteñidas: miosina (205 kDa), beta.-galactosidasa (116 kDa) b.-fosforilasa (97 kDa), albúmina de suero bovino (66 kDa), ovoalbúmina (45 kDa), anhidrasa carbónica (29 kDa) y a-lactoalbúmina (14 kDa) (Bio-Rad, USA).

Adicionalmente se inyectaron de la misma forma muestras adicionadas de 2-mercaptoetanol (2-ME). La electroforesis se realizó aplicando 15 mA mientras la muestra atravesó por el gel concentrador y 40 mA hasta que el frente del colorante alcanzó el final del gel. Se procedió a tinción de las proteínas en los geles según lo descrito por Weber y Osborn (13).

Estabilidad térmica de proteínas

Se utilizó el calorímetro diferencial de barrido (DSC) Metler Toledo, el cual fue calibrado entre 10 y 100°C. Luego se pesaron entre 10 y 15 mg en una cápsula la cual fue sellada herméticamente; como referencia se utilizó una cápsula con aire. A continuación se procedió a explorar la muestra utilizando una razón de calor de 10°C/min a un flujo energético de 0,1 a 0,2 mcal/seg. A través del software del equipo se calcularon las temperaturas máximas de desnaturalización y las áreas de las endotermas. El método de medición para la determinación de los termogramas se basó en lo descrito por Hastings et al. (14).

Parámetros de frescura

Se determinó pH de acuerdo según Woyewoda et al. (15). El nitrógeno básico total fue determinado a través de la Norma Chilena NCh2668.Of2001(16). La pérdida por goteo ("dripping") fue evaluado de acuerdo a Wierbicki y Deatherage (17) modificada, se utilizaron cilindros de 2 cm de alto por 2 cm de diámetro, los cuales se colocaron sobre un papel filtro Whatman N° 2 en el cual se recibe el líquido exudado, la compresión realizada en los cilindros fue del 90 % a una velocidad de 12,7 cm/min, siendo el parámetro medido la diferencia de peso en el papel filtro Whatman N°2 antes y después de la compresión; la fuerza de compresión utilizada en esta medición fue un parámetro también registrado para su análisis.

Propiedades funcionales

Se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) del músculo de turbot, de acuerdo a lo descrito por Swift y Ellis (18). El resultado se expresó como porcentaje de aumento del peso de pescado. La capacidad de emulsificación (CE) fue determinada de acuerdo a la técnica descrita por Webbs et al. (19). La capacidad de gelificación (CG) se determinó de acuerdo a Cheng et al. (20) y Suzuki (2). Las propiedades texturales se evaluaron midiendo la fuerza

de compresión (CS), fuerza de cizalla (SS), de acuerdo a Lee y Toledo (21) y según a Owusu-Ansah y Hultin (22).

Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos fueron analizados con el software Statgraphics plus ver 4.0, mediante el cual se realizó un análisis de varianza ($p < 0,05$) y comparación múltiple de medias por el test de Duncan.

RESULTADOS

En relación a la composición química de los filetes de turbot, éstos presentaron un contenido de humedad de $76,3 \pm 2,2\%$, proteínas $19,6 \pm 0,2\%$, extracto etéreo $2,7 \pm 0,1$ y cenizas $1,3 \pm 0,0$. Los valores obtenidos en este estudio son similares a los entregados en la literatura (23), se describen valores de humedad entre 76,8 a 79%, proteínas entre 18,1 a 20,3%; extracto etéreo entre 1,5 a 2,5 % y cenizas entre 1,2 a 1,4%.

Electroforesis PAGE-SDS:

El perfil electroforético en condiciones desnaturantes de las PSS de turbot se presenta en la Figura 1a en la cual se pueden observar alrededor de 18 polipéptidos, las principales bandas encontradas fueron: A: 85,1 kDa; B: 71,2 kDa; C: 58 kDa; D: 34,7 kDa; E: 31 kDa; F: 25,5 kDa; G: 14,6 kDa y H: 6,7 kDa. Por otra parte en la Figura 1b se observa las PSS en presencia de 2-ME, cuyas principales masas moleculares fueron: A: 103,4 kDa; B: 50,7 kDa; C: 38,4 kDa; D: 18,5 kDa; E: 8 kDa y F: 2,8 kDa. Se observan bandas con masas moleculares menores y también en inferior cantidad que en las condiciones reductoras, para las proteínas sarcoplasmáticas, lo cual está señalando que existen algunos polipéptidos estabilizados por puentes disulfuro. En este estudio no se encontraron cambios en los perfiles de las proteínas sarcoplasmáticas. Mackie et al. (24) observaron cambios muy leves en los perfiles proteicos de las proteínas sarcoplasmáticas separadas por PAGE-SDS en pescados, al igual que Aubourg et al. (25) en PS de turbot refrigerado. Los cambios en la composición de las proteínas sarcoplasmáticas pueden ocurrir a consecuencia del cambio en el pH del músculo y la disminución en la capacidad de retención de agua, causando que proteínas solubles puedan ser lixiviadas hacia fuera.

En la figura 2a se observa la PAGE-SDS de PSM,

donde se encontraron los siguientes polipeptidos principales: A: 120,6 kDa; B: 83,3 kDa; C: 75 kDa; D: 63 kDa; E: 52,7 kDa; F: 38,7 kDa; G: 35,6 kDa y H: 28,3 kDa. Por otra parte en la Figura 2b se observan alrededor de 15 polipéptidos principales cuyas masas moleculares fueron: A: 146,6 kDa; B: 87,9 kDa; C: 72,6 kDa; D: 62,3 kDa; E: 51,2 kDa; F: 41,5 kDa; G: 31,3 kDa y H: 21 kDa. Se observó también que al término del almacenamiento la intensidad de las bandas fue menor en relación al resto de los días de almacenamiento, este comportamiento fue similar al reportado por Aubourg et al. (25)

un método directo para el estudio de transiciones térmicas de proteínas musculares (26). Es importante destacar que para el análisis de las propiedades térmicas los resultados que entrega el DSC son endotermas que permiten conocer la temperatura de desnaturalización o de transición térmica (Td), el área de la endoterma (A), siendo esta la unión de los extremos de la endoterma, y la cooperatividad, esta última se analiza mediante el ancho que presentan las endotermas en su altura media (27). En la Figura 3 se puede observar las endotermas presentadas por el músculo de turbot al inicio y en el día décimo del almacenamiento refrigerado, se observa claramente, en ambas fechas de estudio, dos transiciones endotérmicas. La primera transición térmica presentó una temperatura de desnaturalización de

Propiedades térmicas de las proteínas:

La calorimetría diferencial de barrido (DSC) ofrece

FIGURA 1
PAGE-SDS de proteínas sarcoplasmáticas de filetes de turbot durante su almacenamiento refrigerado (4°C), a: sin 2-ME y b: con 2-ME.

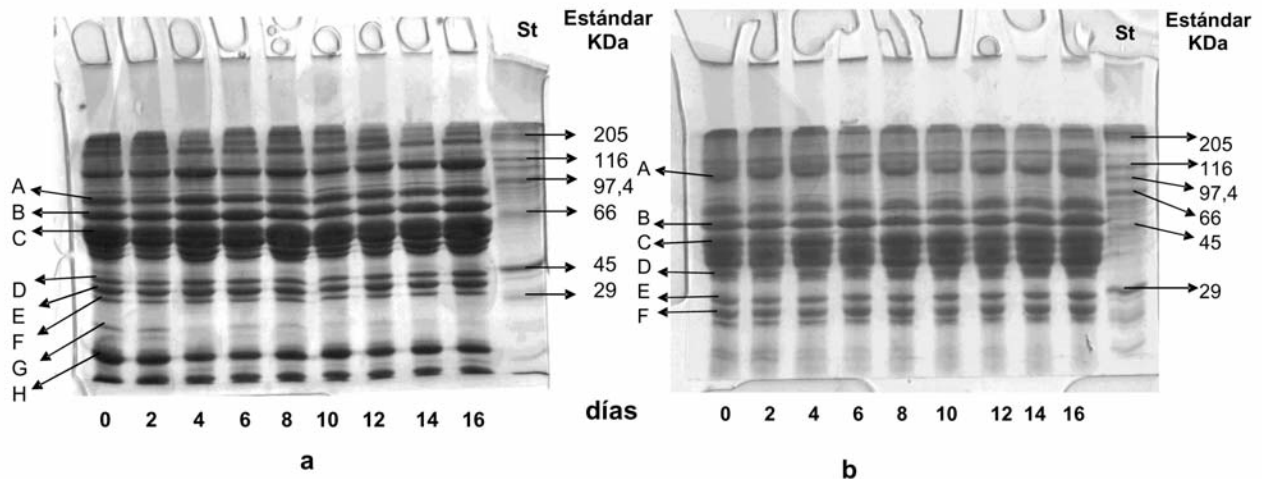
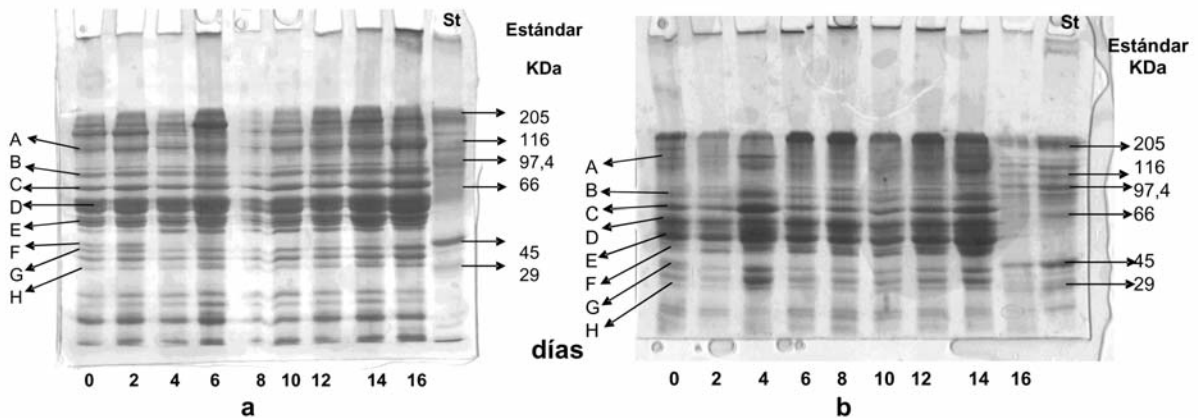


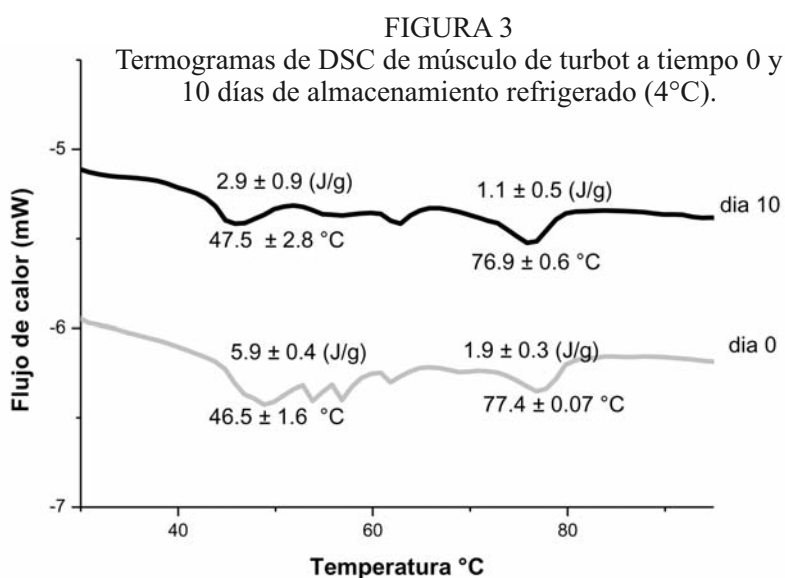
FIGURA 2
PAGE-SDS de proteínas miofibrilares de filetes de turbot durante su almacenamiento refrigerado (4°C), a: sin 2-ME y b: con 2-ME.



47,5 + 2,8 °C en el día 0 y de 46,5 + 1,6 °C al día 10. Para la actina si se registró un aumento en la temperatura de transición de aproximadamente 0,5 °C presentando ésta, por lo tanto, mayor estabilidad térmica. Las áreas de la endoterma disminuyeron durante el almacenamiento refrigerado para la miosina y actina desde 5,9 + 0,4 (J/g) hasta 2,9 + 0,9 (J/g) y desde 1,9 + 0,3 (J/g) hasta 1,1 + 0,5 (J/g), respectivamente (Figura 3). Del termograma se observa también que los picos tienden a ser menos definidos en el día 10, con respecto al día 0, lo cual sería señal de pérdida de cooperatividad entre las proteínas durante el almacenamiento (27).

Parámetros químicos y de frescura

Se controló el contenido de humedad y proteínas durante todos los tiempos del almacenamiento en refrigeración. En la Tabla 1, se puede observar que el contenido de humedad tuvo pocas variaciones a lo largo de este estudio y fluctuó entre 70,9 + 5,9 g/100 g y 77,9 + 0,9 g/100 g. En cuanto al contenido proteico este varió entre 19,3 + 0,2 g/100 g y 21,0 + 0,5 g/100 g. Se encontraron diferencias significativas entre los días 4 y 6 y el resto de los tiempos de este estudio, excepto por el día 10, el que a su vez, difiere de los días 12 y 16. Las variaciones en el contenido de proteínas durante el tiempo de almacenamiento pueden deberse a la pérdida de proteínas sarcoplasmáticas por exudación por goteo. La Tabla 1 muestra además la variación de las proteínas solubles provenientes del exudado de filetes de turbot a través de los 16 días de este análisis. Se observa que en el día 8 disminuye el contenido de proteínas totales aumentando las proteínas sarcoplasmáticas, a su vez, en el día 10 aumentan las proteínas totales y disminuyen las sarcoplasmáticas. En los últimos días de este estudio la tendencia mostrada por ambos resultados de proteína cruda y soluble (proveniente del "dripping") es a la disminución de las proteínas totales y al aumento de las proteínas solubles. En la Tabla 2 se puede observar un aumento del valor de pH de los filetes de turbot hasta el día 4 para luego disminuir y tender a estabilizarse en los últimos días de este estudio. Los valores de pH fluctuaron entre 5,9 + 0,5 en el tiempo 0 y 6,6 + 0,1 en el día 16. El pH en productos marinos en el momento posterior a la muerte



tiende a disminuir, debido a que se utiliza la vía glicolítica en el músculo, con la consiguiente producción de ácido láctico (28).

El metabolismo post-mortem de los compuestos nitrogenados en la carne de pescado, es el principal responsable de la gradual pérdida de frescura de los músculos y de aparición de signos de putrefacción. Al analizar la Tabla 2 se observa que existen diferencias significativas entre los tiempos 0 y 2 y el resto de los días de este estudio, además los días 4 y 6 presentaron diferencias significativas con los días 8 y 16. Todos los tiempos difieren del día 16. Se aprecia un paulatino aumento de los valores hasta el día 14, a partir del cual, el aumento es más drástico. En el tiempo 0 se registró un valor de 20,04 + 1,95 mg NBV-T/100g músculo para las bases volátiles totales terminando este estudio con 39,5 + 2,3 mg /100g músculo el día 16.

Por otra parte al evaluar la pérdida por goteo o "dripping" de los filetes de turbot almacenados por 16 días a 4°C se puede observar en la Figura 4 que la pérdida de agua de los filetes muestra una tendencia ascendente hasta el día 10 y descendente en los últimos días de estudio, la muestra fresca presentó un dripping de 1,7+0,4% y en el día 16 un 1,6+0,5%. Se obtuvo el valor máximo en el día 10 con 2,5 + 0,3%. Junto con disminuir este parámetro disminuye también la fuerza máxima aplicada a las muestras en cada día de estudio (Figura 4b), los valores de la fuerza aplicada al inicio y final de este estudio fueron 148,6±27,3 N y 95,2±7,3 N respectivamente. El menor valor se registró el día 10 con un valor de 83,7±12,4 N.

TABLA 1
Variación del contenido de humedad, proteína cruda y proteína soluble proveniente del “dripping”, durante almacenamiento a 4°C.

| Tiempo (días) | Humedad (g/100 g) | Proteína cruda | Proteína soluble (dripping) |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| | | (g/100 g) | (g/100g) |
| 0 | 76,3 ± 2,2a,c | 19,6 ± 0,1a | 0,3 ± 0,0a |
| 2 | 70,9 ± 5,9b,c | 19,9 ± 0,4a | 0,4 ± 0,0b |
| 4 | 76,8 ± 0,7a,c | 21,0 ± 0,4b | 0,4 ± 0,1b |
| 6 | 75,6 ± 0,5a,c | 20,8 ± 1,1b | 0,3 ± 0,0a,c |
| 8 | 74,2 ± 3,1a,b,c | 19,7 ± 0,6a,c | 0,4 ± 0,0a,b,d |
| 10 | 75,7 ± 0,4a,c | 20,3 ± 0,9a,b,c,d | 0,3 ± 0,1a,c,e |
| 12 | 77,9 ± 0,9a | 19,4 ± 0,7a,c,e | 0,3 ± 0,0a,c,e |
| 14 | 76,3 ± 0,3a,c | 19,7 ± 0,1a,c,d,e | 0,4 ± 0,0a,b,d |
| 16 | 76,9 ± 0,4a,c | 19,3 ± 0,2a,c,e | 0,4 ± 0,0a,b,c,d,e |

Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

TABLA 2
Nitrógeno básico volátil total (NBV-T) y pH de músculo de turbot durante su almacenamiento refrigerado a 4°C.

| Tiempo (días) | NBV-T | pH |
|---------------|---------------|--------------|
| | (mg/100 g) | |
| 0 | 20,0 ± 1,9a | 5,9 ± 0,4a,b |
| 2 | 21,1 ± 1,5a | 6,2 ± 0,0a,b |
| 4 | 25,8 ± 2,3b | 6,3 ± 0,0a,b |
| 6 | 25,6 ± 1,2b | 6,3 ± 0,2a,b |
| 8 | 29,4 ± 5,5c | 6,4 ± 0,3b |
| 10 | 26,1 ± 1,2b,c | 6,2 ± 0,1a,b |
| 12 | 26,6 ± 1,5b,c | 6,4 ± 0,1b |
| 14 | 28,2 ± 1,1b,c | 6,4 ± 0,0b |
| 16 | 39,5 ± 2,3d | 6,6 ± 0,2b |

Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05).

Propiedades funcionales

En la Figura 5 se pueden observar los resultados de CRA. Las proteínas de turbot, a tiempo cero presentaron un valor de 105±1% de CRA y tendiendo a aumentar durante el tiempo del almacenamiento llegando a valores de 144±4% en el día 16 de almacenamiento, lo cual está señalando que esta propiedad es significativamente favorecida (p<0,05) durante el almacenamiento bajo estas condiciones. Al comparar estos resultados frente a otros estudios se puede indicar que el músculo de turbot presenta una mediana CRA, ya que análisis efectuados en distintas especies presentan valores superiores a los encontrados en el presente estudio como para la carne de jibia (*Dosidicus gigas*) (29); o similares a los encontrados en reineta (*Brama australis*) (30).

Para la propiedad de capacidad emulsionante de las proteínas de turbot se registraron variaciones en los valores de 1.481,6+83,4 en el día 0 y de 3.001,2+22,0 g de aceite emulsionado/g proteína total en el día 16. La tendencia de esta propiedad es a mantenerse estable hasta el día 12 a partir del cual comienzan a aumentar, que al igual que la CRA estaría indicando que para favorecer esta propiedad es necesario cierto grado de desnaturalización de las proteínas. Los valores de CE para turbot son altos y están dentro de lo que se ha descrito para algunas especies de proteínas de origen marino

como la jaiba (*Homalaspis plana*) (31) y superiores en relación a la reineta (30) y a la jibia (29). Por otra parte el músculo de turbot no presentó capacidad gelificante, sus proteínas formaron geles agregados opacos.

En cuanto a las propiedades texturales se evaluaron el esfuerzo de compresión y de cizalla durante todo el tiempo de almacenamiento en refrigeración. En la Figura 6a se presenta la variación del esfuerzo de compresión promedio a través del tiempo, en filetes de turbot refrigerados a 4°C. Los valores encontrados en el tiempo 0 y en el final del estudio fueron 111,2+34,9 N y 106,0+7,7 N, y se puede observar que los valores en general van disminuyendo, aun cuando se puede decir que no siguen una tendencia definida. Por otra parte en la Figura 6b se muestra el comportamiento de los filetes de turbot con respecto al esfuerzo de cizalla durante su almacenamiento refrigerado. Se observa que en general los valores disminuyen con el transcurso del tiempo excepto en los días 4 y 6 donde los valores aumentan incluso sobre el resultado inicial (47,0+12,6 N). En el día 8 se registra una disminución en los resultados con un posterior aumento hacia el día 10 para luego disminuir hasta el día 16 en el cual se registraron los valores promedio más bajos con 26,6+6,3 N. El valor más alto se encuentra en el día 4 con un promedio de 54,1 + 3,5 N.

FIGURA 4

Pérdida de agua, “dripping” (a) y fuerza máxima aplicada en las mediciones de “dripping” (b) en músculo de turbot durante el almacenamiento refrigerado (4°C).

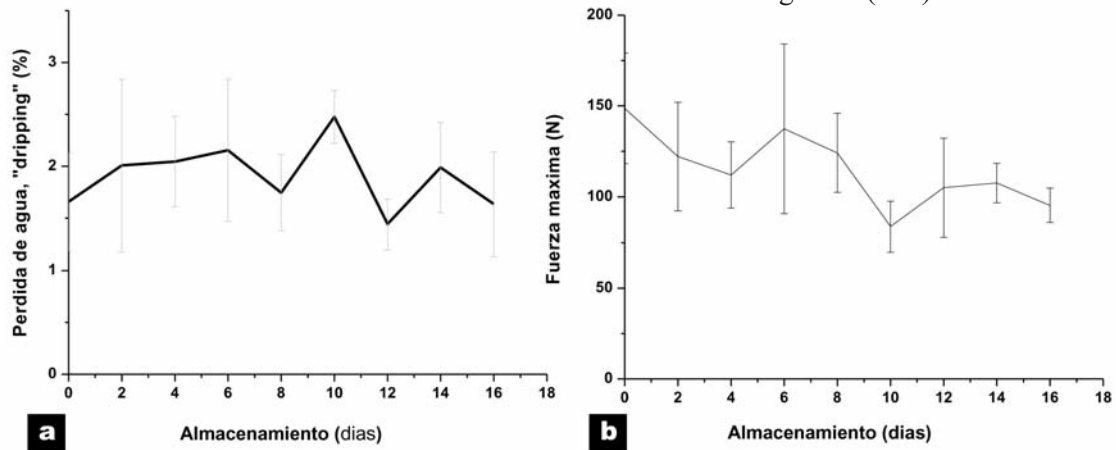


FIGURA 5

Capacidad de retención de agua (CRA, a) y capacidad emulsionante (CE, b) de músculo de turbot durante el almacenamiento refrigerado (4°C).

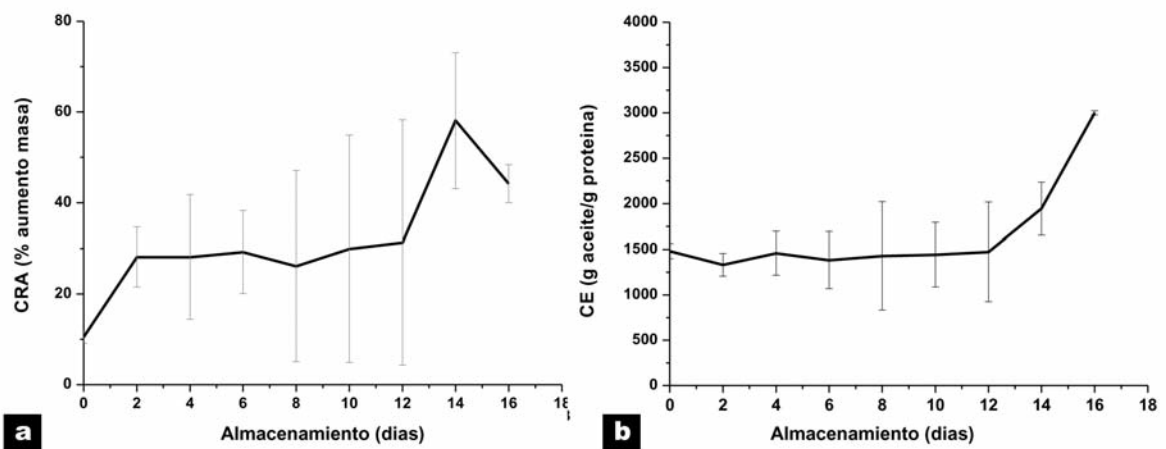
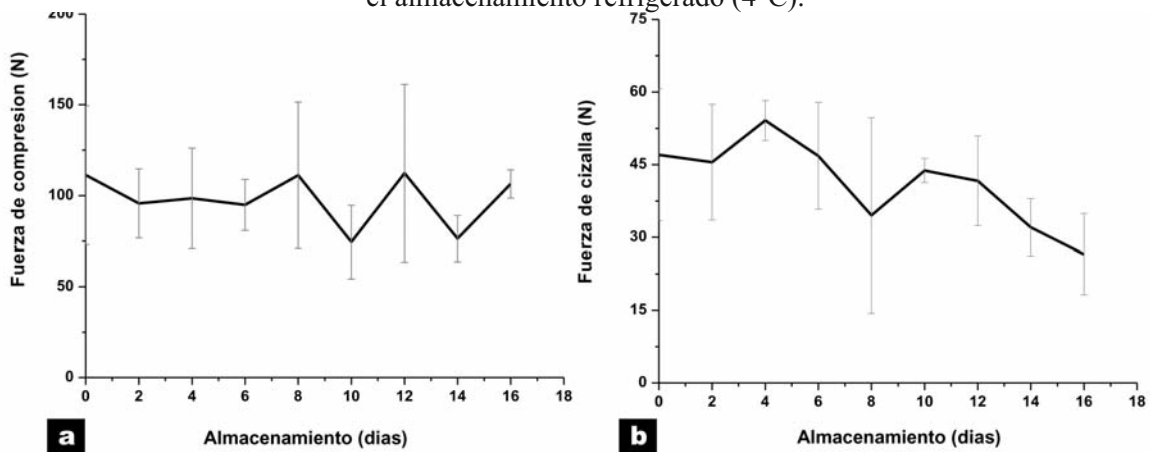


FIGURA 6

Variación de la fuerza de compresión (a); y de la fuerza de cizalla (b) en músculo de turbot durante el almacenamiento refrigerado (4°C).



DISCUSION

El turbot (*Scophthalmus maximus*) es un pescado con bajo contenido graso y con un buen aporte proteico lo que lo hace muy saludable y nutritivo. El análisis de los perfiles proteicos (PAGE-SDS) no presentó diferencias para la composición de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas de los filetes de turbot durante los 16 días de almacenamiento refrigerado. Los autores Aubourg et al. (25) no encontraron variaciones en los perfiles electroforéticos con SDS al extraer proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares durante su almacenamiento refrigerado, excepto en una banda en la zona de 20 kDa, cosa que no ocurrió en este estudio. Por otra parte se puede decir que las proteínas de turbot (tanto las sarcoplasmáticas como las miofibrilares) poseen polipéptidos que están unidos por puentes disulfuro. En cuanto a la estabilidad térmica de sus proteínas se encontró que la miosina tiene una temperatura de desnaturalización de $47,5 \pm 2,8$ °C, esta transición está compuesta por varias superpuestas subtransiciones resultantes de la desnaturalización térmica de diferentes dominios de miosina (14, 25, 32). La segunda transición correspondiente a la actina que tuvo un máximo de $76,9 \pm 0,6$ °C en el día 0 y de $77,4 \pm 0,07$ °C al día 10, la transición de la actina ocurre a una mayor temperatura presentando esta proteína una mayor estabilidad térmica (14). Estos resultados son concordantes con otros autores (26, 30) que han descrito transiciones térmicas más bajas para la miosina y más altas para la actina. A través de DSC, y considerando la entalpía de desnaturalización se puede observar un grado de desnaturalización de las proteínas encontradas al día 14 del almacenamiento, dado que el área bajo la curva (entalpía) se ve reducida en un 51% para la endoterma correspondiente a la miosina y en un 42% para la transición correspondiente a la actina. Coincidente con este grado de desnaturalización el parámetro de frescura de NBV-T sobrepasa el límite permitido de comercialización a los 16 días de almacenamiento, y el pH aumentó a valores muy cercanos a la neutralidad. Por otra parte se produce un “dripping” constante del orden promedio de 1,9% de pérdida por goteo, la fuerza utilizada para evaluar el “dripping” tendió a disminuir, lo cual está demostrando un deterioro del músculo de turbot durante su almacenamiento.

Esta pérdida de estructura evaluada a través del

DSC coincide también con cambios significativos encontrados en las propiedades funcionales de CRA y CE las cuales se ven favorecidas asociadas a un grado de desnaturalización de las proteínas. Finalmente la fuerza de compresión fue irregular probablemente debido a las membranas que rodean las fibrillas del músculo de pescado, no así la fuerza de cizalla que tendió a disminuir con el tiempo de almacenamiento refrigerado. Se puede inferir que el almacenamiento refrigerado de filetes de turbot produce ablandamiento en sus tejidos. Dado que el músculo de turbot forma agregados proteicos y no un gel, se recomienda si se quiere seguir el estudio de esta propiedad la adición de agentes gelificantes y/o la purificación de las proteínas miofibrilares. De acuerdo a los índices estudiados en esta investigación el turbot puede ser consumido hasta el día 14 en condiciones de refrigeración, este resultado coincide con el estudio realizado por Özogul et al. (33) y Aubourg et al. (25) quienes determinaron un límite de consumo entre 12 a 15 días almacenado en hielo.

REFERENCIAS

1. Chimbore, C. Cultivo del turbot (*Scophthalmus maximus*). Available from: <http://www.aquahoy.com/>. Mayo 2007.
2. Suzuki T. Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Zaragoza: Acribia ; 1987.
3. Howell BK, Matthews AD, Donnelly AP. Thermal Stability of fish miofibrils: a Differential Scanning Calorimetric Study. Int. J. Food Sci. & Technol. 1991; 26: 283-95.
4. Ayala M, Santaella M, Martínez C, Periago M, Blanco A, Vázquez J, López Albors O. Muscle tissue structure and flesh texture in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., fillets preserved by refrigeration and by vacuum packaging. LWT - Food Science and Technology. 2011, doi:10.1016/j.lwt.2010.09.014.
5. Abugoch L, Quitral V, Vinagre J, Larrain MA, Quijada JP. The influence of frozen and canned storage on the chemical freshness parameters, determined in golden kingclip (*Genypterus blacodes*). Acta Alimentaria. 2005; 34 (3): 211-8.
6. Roth B, Slinde E, and Arildsen J. Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. Aquaculture. 2006; 257: 504-10.
7. Olafsdóttir G, Martinsdóttira E, Oehlenschläger J, Dalgaard P, Jensenc B, Undelandd I, Mackiee I, Henehanf G, Nielsenc J, Nilseng H. Methods to evaluate

- fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*. 1997; 8 (8): 258-65.
8. Sernapesca. Productos Pesqueros de Exportación Destinados al Consumo Humano. Planes de Muestreo y Estándares de Certificación del Producto Final. Dpto. de Sanidad Pesquera. Valparaíso. 1996.
 9. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. Gaithersburg: AOAC International; 1996.
 10. Kawashima T, Arai K, Saito T. Studies on muscular proteins of fish- IX An attempt on quantitative determination of actomyosin in frozen "surimi" from Alaska-Pollak. *Bulletin of the Japanese Society of Sc. Fisheries*. 1973; 39 (2): 207-14.
 11. Layne E. Ultraviolet absorbance of aromatic amino acids. *Methods in Enzymology*, 1957; 3: 447.
 12. Laemmli U. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*. 1970; 227: 680-5.
 13. Weber K, Osborn M. The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Biol. Chem.* 1969; 244: 4406-12.
 14. Schubring R. DSC measurements on sharks. *Thermochimica Acta*. 2007; 458: 124-31.
 15. Wanga P, Vang B, Pedersen A, Martinez I, Olsen R. Post-mortem degradation of myosin heavy chain in intact fish muscle: Effects of pH and enzyme inhibitors. *Food Chemistry*. 2011; 124: 1090-5
 16. NCh2668.Of2001. "Productos hidrobiológicos - Determinación de nitrógeno básico volátil total (N.B.V.T.)". Instituto Nacional de Normalización - INN, Santiago. 2001.
 17. Wierbicki E, Kunkle L, Deatherage F. Changes in the water holding capacity and cationic shifts during the heating & freezing & thawing of meats as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Technol.* 1958; 11: 69-73.
 18. Swift C, Ellis R. The action of Phosphates in sausage products. I. Factors affecting the water holding retention of phosphates treated ground meat. *Food Technol.* 1956; 15: 468-73.
 19. Webbs N, Ivey F, Craig H, Jones V, Monroe R. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. *J. Food Sci.* 1970; 35: 501.
 20. Cheng C, Hamann D, Webb N. Effect of Thermal Processing on Minced Fish Gel Texture. *J. Food Sci.* 1979; 44: 1080-6.
 21. Lee C, Toledo R. Factors Affecting Textural Characteristics of Cooked Comminuted Fish Muscle. *J. Food Sci.* 1976; 41: 391-7
 22. Owusu-Ansah Y, Hultin H, Chemical and physical changes in red hake fillets during frozen storage. *J. Food Sci.* 1986; 5(6): 1402-6.
 23. Ruff N, Fitzgerald R, Cross T, Kerry J. Comparative composition and shelf-life of fillets of wild and cultured turbot (*Scophthalmus maximus*) and atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture Int.* 2002; 10: 241 - 56.
 24. Mackie I, Craig A, Etienne M, Jerome M, Fleurence J, Jessen F. Species identification of smoked and gravad fish products by sodium dodecylsulfate polyacrylamide gel electrophoresis, urea isoelectric focusing and native isoelectric focusing: a collaborative study. *Food Chemistry*. 2000; 71(1): 1-7.
 25. Aubourg S, Piñeiro C, Gallardo M, Barros-Velazquez J. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry*. 2005; 90: 445-52.
 26. Huang M, Ochiai Y. Fish fast skeletal muscle tropomyosins show species-specific thermal stability. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*. 2005; 141: 461-71.
 27. Añón M y Pilosof A. Proteínas y Polisacáridos como Ingredientes Funcionales; A. M., editor; Edulp: La Plata; 2002.
 28. Rodríguez O, Barros-Velázquez J, Piñeiro C, Gallardo J, Aubourg S. Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry*. 2006; 95: 270-8.
 29. Abugoch L., Guarda A, Pérez L, Donghi, M. Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*). *ALAN*, 2000; 50(4): 380-6.
 30. Abugoch L, Quiral V, Larrain MA, Vinagre J, Kriukov A, Chávez G. Estudio de las modificaciones en proteínas de reineta (*Brama australis*). *Arch Latinoamer Nutr.* 2006; 56(4): 350-5.
 31. Abugoch L, Barrios F, Guarda A. Determinación de la composición químico proximal y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (*Homalaspis plana*) recién extraída. *Arch Latinoamer Nutr.* 1996; 46: 25-8.
 32. Jensen K, Jorgensen B, Nielsen J. Low-temperature transitions in cod and tuna determined by differential scanning calorimetry. *Lebensm.-Wiss. U. Technology*. 2003; 36: 369-74.
 33. Özogul Y, Özogul F, Kuley E, Serhat A, Özkutuk A, Gökbulut C, Köse S. Biochemical, sensory and microbiological attributes of wild turbot (*Scophthalmus maximus*), from the Black Sea, during chilled storage. *Food Chem.* 2006; 99: 752-8.

Recibido: 27-01-2011

Aceptado: 15-05-2011

Desenvolvimento de bebidas mistas à base de cajá (*Spondias mombin* L.) E caju (*Anacardium occidentale*) enriquecidas com frutooligossacarídeos e inulina

Larissa Morais Ribeiro da Silva, Andréa da Silva Lima, Geraldo Arraes Maia, Maria do Carmo Passos Rodrigues, Raimundo Wilane de Figueiredo, Paulo Henrique Machado de Sousa

Universidade Federal do Ceará. Brasil.

RESUMEN. O presente trabalho teve como objetivo elaborar três bebidas mistas à base de cajá (*Spondias mombin* L.) e caju (*Anacardium occidentale*), na forma “pronto para beber”, com propriedades prebióticas e avaliar as suas características químicas, físico-químicas e sensoriais. Foram desenvolvidas quatro formulações com duas combinações de polpa de fruta, sacarose e ingredientes prebióticos (inulina padrão, inulina de alto desempenho- HP e frutooligossacarídeos- FOS). As formulações foram submetidas às determinações de pH, acidez, sólidos solúveis, açúcares, ácido ascórbico, carotenóides totais e polifenóis totais e avaliações da aceitação dos atributos sensoriais, corpo, doçura e impressão global, atitude de compra e preferência dos consumidores. Verificou-se que o pH (3,19 a 3,40), sólidos solúveis totais (14,80 a 15,40 °Brix) e polifenóis totais (24,76 a 34,58mg/100g) apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,01$). Enquanto para os teores de acidez total (0,48 a 0,56 mg/100g), açúcares totais (7,78 a 9,84%), açúcares redutores (1,62 a 2,08%), açúcares não redutores (5,86 a 7,85%), ácido ascórbico (33,43 a 35,17 mg/100g) e carotenóides totais (30,30 a 34,20 mg/100g), não se observou diferença significativa. Os atributos sensoriais avaliados apresentaram resultados variando na escala sensorial entre “não gostei nem desgostei” e “gostei muito” (médias de 5,80 a 7,06). Nos atributos doçura, corpo e atitude de compra não houve diferença ($p > 0,05$) entre as bebidas, porém, diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) no atributo impressão global. A bebida com FOS apresentou uma aceitação semelhante à bebida controle, mostrando ser uma opção de alimento funcional atendendo as expectativas dos consumidores, que buscam alimentos saudáveis, nutritivos e saborosos.

Palavras-chave: Frutos, prebióticos, aceitação sensorial.

SUMMARY. Development of mixed beverages made of caju (*Spondias mombin* L.) and cashew apple (*Anacardium occidentale*) added of Fructooligosaccharides and Inulin. The purpose of this work was to develop three mixed drinks based on caju (*Spondias mombin* L.) and cashew apple (*Anacardium occidentale*) pulps, added prebiotic ingredients and to evaluate their chemical, physicochemical and sensory properties. Four formulations with combinations of two pulp fruit, sucrose and prebiotic ingredients (Standard inulin, inulin high performance-HP-and fructooligosaccharides FOS) were developed. The mixed drinks were submitted the following analysis pH, acidity, soluble solids, sugars, ascorbic acid, total carotenoids, total polyphenols and acceptance ratings of the sensory attributes such as: consistency, sweetness and overall impression, attitude and consumers purchase preference. The pH, total soluble solids and polyphenol results showed difference ($p \leq 0.01$) significant, while for the analysis of total acidity, sugars, ascorbic acid and carotenoids, it was not observed significant difference. The sensory attributes evaluates showed results ranging in scale between "I did not like or disliked "and" liked "(average 5.80 to 7.06). The attributes sweetness, consistency and attitude of buying showed no difference ($p > 0.05$) between drinks, however, differed significantly ($p \leq 0.05$) for the attribute of overall impression. The drink with FOS showed a similar acceptance when compared to traditional (sucrose) drink, showing an option of meeting the functional food expectations of consumers, who seek healthy, nutritious and tasty foods.

Key words:Fruits, prebiotics, sensory acceptability.

INTRODUÇÃO

Os consumidores de alimentos apresentam um crescente interesse por produtos que combinam qualidade nutricional e sensorial, destacando-se os que possuem propriedades funcionais e que promovem melhorias nas condições gerais de saúde (1-2).

As frutas, por conterem uma variedade de vitaminas e minerais essenciais, são consideradas como alimentos reguladores do metabolismo. Do ponto de vista das propriedades funcionais fisiológicas, esses alimentos têm sido altamente recomendados pela sua riqueza em ácido ascórbico, carotenóides, substâncias fenólicas, substâncias sulfuradas, glicosídeos indóli-

cos, frutooligossacarídeos, dentre muitos outros (3-4). Desta forma, existe uma crescente demanda por parte dos consumidores por uma grande variedade de frutas em sua dieta. Este interesse não se estende somente para frutas tropicais frescas, mas também para sucos processados (4).

O cajá (*Spondias lutea* L.) e o caju (*Anacardium occidentale* L.), dentre as frutas tradicionais, destacam-se como boa fonte de carotenóides e ácido ascórbico, além de possuírem excelentes qualidades de sabor e aroma (4).

Acompanhando essa exigência pela transformação do estilo de vida da população, a Ciência de Alimentos tem pesquisado novos ingredientes com alegações funcionais, que vêm proporcionando inovações aos produtos alimentícios. Dentre os ingredientes funcionais estudados destacam-se a inulina e os frutooligossacarídeos (FOS), designados como prebióticos por estimularem seletivamente o crescimento e atividade de bactérias intestinais promotoras de saúde, especialmente bifidobactérias (5-6-7). Segundo Toneli et al. (8), a inulina e o FOS são amplamente utilizados em produtos alimentícios devido aos seus benefícios tecnológicos como substitutos do açúcar e gordura, agente espessante e umectante, características que permitem sua aplicação em vários alimentos como sorvetes, sobremesas lácteas, biscoitos, produtos de panificação, néctares e outros.

Diante da procura dos consumidores por alimentos mais saudáveis, capazes de trazer benefícios extras à saúde, e dos potenciais efeitos benéficos dos prebióticos inulina e FOS, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de bebidas mistas à base de cajá e caju com propriedades prebióticas e aceitabilidade sensorial, e avaliar suas características químicas e físico-químicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matérias-primas

Foram utilizadas polpas de cajá (*Spondias lutea* L.) e caju (*Mangifera indica* L.), pasteurizadas e congeladas adquiridas no comércio de Fortaleza-Ce; água e sacarose comercial para correção dos sólidos solúveis totais. Os ingredientes prebióticos (inulina padrão, inulina HP (alto desempenho) e frutooligossacarídeos- FOS) usados foram produzidos pela Beneo - SP.

Formulação e processamento de bebidas mistas à base de cajá e caju (controle) adicionadas de inulina e frutooligossacarídeos

Foram elaboradas três formulações de bebidas mistas, sendo que para cada bebida foi adicionado um tipo de prebiótico. Os teores de inulina e frutooligossacarídeos foram fixados em 5g/100mL, estando de acordo com os valores permitidos pela legislação para alimentos líquidos, mínimo de 1,5g/200mL (9). Uma formulação foi utilizada como controle, sem a adição de prebióticos. O teor de sólidos solúveis totais foi fixado em 15°Brix, através de balanço de massa, sendo que os prebióticos utilizados na formulação não foram levados em consideração para efeito de cálculo. A legislação vigente estabelece um valor mínimo de 11°Brix para néctar misto de frutas (10), portanto, o valor fixado encontra-se de acordo com a mesma.

Foram utilizados 10,7 % de polpa de cajá e 20,3 % de polpa de caju. Estes valores foram selecionados através de um planejamento fatorial 22 completo, com 11 tratamentos (11). A formulação atende aos padrões estabelecidos pela legislação que estabelece um valor mínimo de 15 % de polpa para o néctar de caju (10).

Após a formulação, as bebidas foram submetidas a um tratamento térmico a 90°C por 60 segundos, envasadas a quente em garrafas de vidro de 300mL, as quais após o enchimento foram fechadas com tampas plásticas de rosca e resfriadas em água corrente.

Avaliação sensorial

Para a caracterização da equipe empregou-se um questionário de coleta de dados de faixa etária, sexo e escolaridade. Os testes foram realizados em Laboratório de Análise Sensorial, com 50 provadores adultos não treinados. As amostras foram apresentadas em copos codificados com três dígitos casualizados, de forma monádica e seqüencial nos testes de aceitação e intenção de compra e de forma simultânea no teste de preferência, seguindo um delineamento de blocos completos. As cabines de avaliação eram individuais e equipadas com luz branca. Foi fornecida água à temperatura ambiente, entre as amostras, para remoção de sabores residuais. Os provadores receberam 30mL de cada amostra à temperatura usual de consumo (16 a 18 °C).

Foram avaliados os atributos corpo, doçura e impressão global, utilizando-se o teste de escala hedônica estruturada em que cada provador atribuía uma nota que

variava entre 1 e 9, onde 1 significava desgostei extremamente e 9 gostei extremamente (12). Na análise de atitude de compra utilizou-se escala de 5 pontos, onde 1 significava certamente não compraria e 5 certamente compraria (13). No teste ordenação de preferência o provador colocava em ordem as amostras servidas da mais preferida (1º lugar) para a menos preferida (4º lugar) (14).

Determinações químicas e físico-químicas

As análises químicas e físico-químicas foram realizadas em triplicata em todas as formulações para caracterização de cada amostra.

O pH foi determinado por meio de leitura direta em potenciômetro da marca WTW, modelo 330i/SET, conforme AOAC (15). O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi obtido através da leitura direta em um refratômetro digital da marca ATAGO, conforme Brasil (16). A acidez total titulável foi obtida através da titulação das amostras com soluções de NaOH 0,1 M e expressa como porcentagem em ácido cítrico, segundo a metodologia de Brasil (16). Os açúcares redutores e totais foram determinados em espectrofotômetro UV-vis (Micronal, Modelo B582) a 540 nm, segundo a metodologia de Miller (17), e os resultados foram expressos em porcentagem de glicose. Para a determinação dos açúcares não redutores foi realizada uma inversão ácida prévia nos extratos das amostras. O ácido ascórbico foi determinada através de titulação com 2,6-diclorobenzenoindofenol (DCFI), segundo Brasil (16). Os polifenóis extraíveis totais foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Reicher et al. (18), usando o reagente de Folin-Ciocalteu tendo o ácido tânico como padrão, sendo a leitura feita em espectrofotômetro a 760 nm. A análise de carotenóides totais foi realizada seguindo metodologia descrita por Nagata e Yamashita (19) sendo a leitura realizada em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 453nm, 505nm, 645nm e 663nm e os resultados expressos em µg/100mL.

Análise estatística

Os resultados de aceitação foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) e análise gráfica. A análise dos resultados de preferência foi realizada pelo método de Friedman (14).

Os dados obtidos para as análises químicas e físico-

químicas foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguida de teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

RESULTADOS

Avaliação sensorial

Caracterização dos provadores

Foram empregados 50 provadores não treinados, 10 homens e 40 mulheres. Oitenta por cento 80% estavam na faixa etária menor que 25 anos, 14% entre 25 e 35 anos, e apenas 6% entre 36 e 50 anos.

Avaliação de aceitação, atitude de compra e ordenação

Os resultados obtidos na análise sensorial das bebidas mistas à base de cajá e caju (controle) adicionadas de prebióticos encontram-se apresentados na Tabela 1.

A análise de variância mostrou não existir diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras avaliadas quanto aos atributos corpo, doçura e atitude de compra, porém, diferiu estatisticamente ($p \leq 0,05$) para o atributo impressão global.

Avaliação das características químicas e físico-químicas das bebidas mistas

A caracterização química e físico-química de bebidas mistas à base de cajá e caju (controle) adicionadas de prebióticos encontra-se na Tabela 3.

Não foi constatada diferença significativa ($p > 0,01$) nos valores de acidez total, açúcares totais, redutores e não redutores, ácido ascórbico e carotenóides totais, para as quatro formulações estudadas, porém, diferiu estatisticamente ($p \leq 0,01$) para os valores de pH, sólidos solúveis totais e polifenóis totais.

DISCUSSÃO

Avaliação sensorial

Observa-se na Tabela 1, que a formulação controle obteve as maiores notas para os atributos corpo, doçura, impressão global, cujas respostas situaram-se na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, e atitude de compra, situando-se próximo ao termo hedônico “talvez comprasse, talvez não comprasse”. No entanto, a formulação contendo inulina HP apresentou as menores notas de aceitação quando comparada às demais formulações estudadas,

situando-se entre os termos “não gostei, nem desgostei” e “gostei ligeiramente” para corpo, doçura e impressão global e para atitude de compra entre os termos “possivelmente não compraria” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”. O resultados obtidos neste trabalho diferiram dos encontrados no estudo realizado por Sttafolo et al (20), ao avaliarem a aceitação de iogurtes adicionados de fibras (inulina, maçã e trigo) onde concluíram que sensorialmente não houve nenhuma diferença entre os iogurtes.

Em relação às bebidas adicionadas de prebióticos (Tabela 1), observou-se que a formulação adicionada de FOS foi a mais aceita pelos provadores, quando comparada a formulação controle notou-se que os provadores não perceberam diferenças na corpo e doçura da mesma. Renuka et al. (21) avaliando a aceitação de bebidas à base de abacaxi, manga e laranja adicionadas de FOS, obtiveram notas variando de “gostei muito” a “gostei muitíssimo” para a impressão global. No entanto, Freitas e Jackix (22), ao avaliarem a aceitação de um néctar misto de cenoura e laranja adicionado de FOS, obtiveram notas variando entre os termos “desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Na Figura 1 observa-se que todas as formulações, independente do tipo de prebiótico, apresentaram aceitação sensorial, já que a maioria dos provadores atribuíram notas acima de 6, portanto, as notas encontram-se dentro da faixa de aceitação do produto (6 “gostei ligeiramente” a 9 “gostei extremamente”). Silveira et al. (23) formularam uma bebida a base de flocos de abóbora com inulina e aplicaram testes sensoriais, obtendo uma aceitação do produto em torno de 70%.

Para comparação das formulações, a 5% de probabilidade, a tabela de Friedman (14) forneceu o valor absoluto crítico de diferença de soma de ordens para estabelecer preferência significativa entre as formulações igual a 34. A formulação controle foi significativamente a mais preferida ($p \leq 0,05$) em relação a formulação contendo FOS, já que a menor soma de ordens indica uma maior preferência pela amostra conforme apresentado na Tabela 2. Esse resultado também foi confirmado pela análise de impressão global, onde a formulação controle obteve as maiores notas de aceitação quando comparada a formulação contendo FOS.

Moscatto et al. (24) utilizaram farinha de yacon (elevado teor de FOS) e inulina em formulação de bolo de chocolate, onde obtiveram índices de preferência de 78% para a formulação controle, 79% para a formulação contendo inulina padrão e 73% para a formulação contendo farinha de yacon.

Cardarelli et al. (25) avaliaram a influência da adição de inulina padrão e frutooligossacarídeos em queijo tipo petti-suisse, quanto a aceitação sensorial de consumidores, obtendo resultados próximos aos obtidos neste estudo.

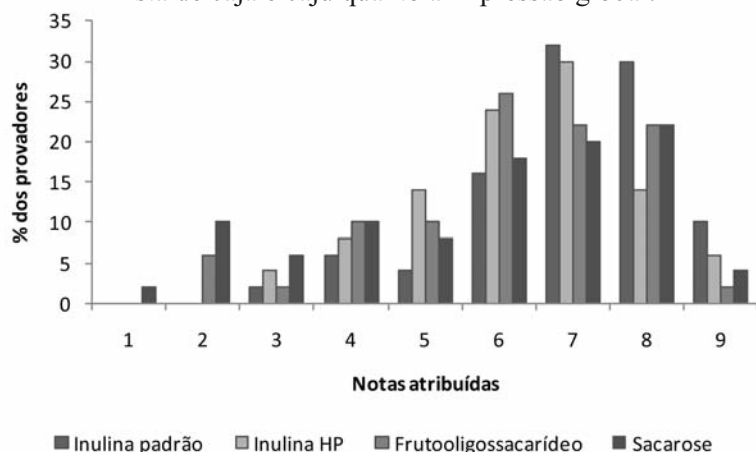
Apesar da formulação controle ter diferido estatisticamente das outras formulações e obtido as maiores notas para todos os atributos avaliados, o que comprova a maior preferência dos consumidores pela formulação controle, deve-se levar em consideração que a formulação contendo FOS obteve notas sensoriais próximas das notas obtidas para a formulação controle, o que representa uma opção de alimento funcional para os consumidores, devido as características benéficas apresentadas por esta substância, como atividade prebiótica (26).

Avaliação das características químicas e físico-químicas das bebidas mistas

As formulações apresentaram valores de pH variando entre 3,19 e 3,40; sendo que esses valores encontram-se abaixo de 4,5; valor que limita o desenvolvimento de *Clostridium botulinum*, contribuindo para a segurança alimentar dos produtos elaborados. A acidez expressa em ácido cítrico situou-se entre os valores de 0,50 a 0,62 % de ácido cítrico. Sousa et al. (27) desenvolveram néctares mistos a base de caju, ace-

FIGURA 1

Notas atribuídas pelos provadores às amostras de bebida mista de caju e caju quanto à impressão global.



rola, mamão, maracujá e goiaba, obtendo valores de pH na faixa de 3,57 a 4,02 e para a acidez, valores variando de 0,28 a 0,40% de ácido cítrico. Os resultados obtidos neste trabalho encontram-se próximos aos obtidos por esses autores.

Os açúcares totais e redutores apresentaram teores variando entre 7,78% e 9,84% e 1,62% a 2,08%, respectivamente. Sancho et al. (28), analisando suco de caju, constatou teores de açúcares totais e redutores de 9,06 e 8,60%, respectivamente. Em relação aos açúcares não redutores, a variação entre as formulações observada foi de 5,86 a 7,85%.

Para a análise de ácido ascórbico, os resultados variaram entre 33,5 a 35,17mg/100mL de bebida. Para a análise de polifenóis totais observou-se variação entre as formulações de 24,76 a 34,58%. A diferença entre a formulação contendo inulina HP e as demais pode ser explicada pelo fato da extração de polifenóis ser afetada pela viscosidade do meio, tendo em vista que esse tipo de prebiótico pode ter alterado a viscosidade da bebida.

Levando em consideração que foi utilizado o mesmo teor de polpa para todas as formulações, essa diferença também pode ser devida a oxidação desse composto no momento da formulação das amostras. Essa diferença entre as formulações não era esperada já que o teor de polpa foi padronizado durante o processamento, porém, os polifenóis e o ácido ascórbico são substâncias altamente sensíveis a condições adversas, podendo ter ocorrido degradação dessas substâncias durante o processamento, armazenamento ou análise. Segundo Carvalho et al. (29), a degradação do ácido ascórbico pode estar associada à temperatura de armazenamento relativamente alta, exposição da bebida à luz na embalagem de vidro, reações de oxidação devido ao oxigênio presente no interior da embalagem. O processamento e armazenamento prolongados pro-

movem oxidação enzimática e química dos compostos fenólicos, contribuindo para a sua redução (30).

Sousa et al. (1) desenvolveram um néctar misto a base de caju, manga e acerola com 21% de polpa de manga, 12,25% de polpa de caju e 1,75% de polpa de acerola, obtendo teores de fenólicos totais de 136,7 mg/100g e ácido ascórbico e 49 mg/100g. A diferença nos resultados obtidos para estas análises pode ser justificada, pois neste estudo os autores adicionaram acerola, que é rica em polifenóis totais e ácido ascórbico, o que levou a um aumento nos teores dessas substâncias.

O teor de carotenóides totais, expresso em µg/100mL apresentou variação entre as formulações entre 30,30 a 34,2. Prado (31) obteve para o teor de carotenóides totais resultados variando de 16,74 a 29,48 µg/100 mL para bebida a base de polpa de caju.

AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

CONCLUSÃO

A bebida com FOS apresentou uma aceitação semelhante à bebida controle (tradicional), o que nos permite concluir que o FOS é um ingrediente funcional promissor no desenvolvimento de bebidas de frutas enriquecidas com prebióticos, agregando valor nutricional ao produto.

Os valores de pH, sólidos solúveis totais e polifenóis totais variaram entre as demais formulações, embora tenham sido formuladas com os mesmos teores de polpas de frutas. Para as análises de acidez, ácido ascórbico, açúcares e carotenóides totais, não foram observadas variações.

TABELA 1

Comparação das médias das notas de corpo, doçura, impressão global e atitude de compra das formulações de bebidas mistas à base de cajá e caju (controle) adicionadas de prebióticos.

| Formulação | Corpo | Doçura | Impressão global | Atitude de compra |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Inulina padrão | 6,50 ^a | 6,18 ^a | 6,12 ^a | 2,86 ^a |
| Inulina HP | 6,34 ^a | 6,06 ^a | 5,80 ^b | 2,78 ^a |
| Frutooligossacarídeos | 6,60 ^a | 6,28 ^a | 6,34 ^c | 2,92 ^a |
| Controle | 7,06 ^a | 6,70 ^a | 7,00 ^d | 3,04 ^a |

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna, não diferem ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Inulina HP- alto desempenho

TABELA 2
Somadas de ordens obtidas no teste de ordenação-preferência para as formulações de bebida mista à base de cajá e caju adicionadas de prebióticos.

| Formulações | Total da soma de ordens |
|----------------------|-------------------------|
| Inulina padrão | 152 ^a |
| Inulina HP | 122 ^{ab} |
| Frutooligosacarídeos | 119 ^{ab} |
| Controle | 107 ^b |

*Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma coluna, não diferem ao nível de 5% pelo teste Friedman.
Inulina HP - alto desempenho

TABELA 3:
Caracterização química e físico-química de bebidas mistas à base de cajá e caju (controle) adicionadas de prebióticos.

| | Inulina padrão | Inulina HP | FOS | Controle |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| pH | 3,19 ^a | 3,35 ^b | 3,39 ^c | 3,40 ^b |
| Sólidos Solúveis Totais (o Brix) | 15,00 ^a | 15,40 ^b | 15,10 ^c | 14,80 ^d |
| Acidez total titulável (%) | 0,50 ^a | 0,52 ^a | 0,48 ^a | 0,56 ^a |
| Açúcar Total (%) | 7,78 ^a | 9,84 ^a | 8,68 ^a | 9,26 ^a |
| Açúcar Redutor (%) | 1,96 ^a | 1,88 ^a | 1,62 ^a | 2,08 ^a |
| Açúcar não- redutor (%) | 5,86 ^a | 7,85 ^a | 7,05 ^a | 7,14 ^a |
| Ácido ascórbico (mg ácido ascórbico/100mL) | 33,43 ^a | 35,17 ^a | 34,50 ^a | 34,83 ^a |
| Polifenóis totais (%) | 34,58 ^a | 24,76 ^b | 30,90 ^a | 30,90 ^a |
| Carotenóides totais (µg/100mL) | 30,30 ^a | 30,35 ^a | 34,20 ^a | 32,58 ^a |

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na mesma linha, não diferem ao nível de 1% pelo teste Tukey.
FOS: frutooligosacarídeo Inulina HP- alto desempenho

REFERÊNCIAS

- Sousa, P.H.M.; Ramos, A.M.; Maia, G.A.; Brito, E.S.; Garruti, D.S.; Fonseca, A.V.V. Adição de extratos de Ginkgo biloba e Panax ginseng em néctares mistos de frutas tropicais. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, n. 30, v. 2, p.463-470, 2010.
- Lima, A. S.; Maia, G.A.; Sousa, P.H.M.; Silva, F.V.G.; Figueiredo, E.A.T. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, v. 28, n. 3, p. 683-690, 2008.
- Kuskoski, E.M.; Asuero A.G.; Morales, M.T.; Fett, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência rural*, Santa Maria, v.36, n.4, p.1283-1287, julho. 2006.
- Maia, G.A.; Sousa, P.H.M.; Lima, A.S.L. Processamento de Frutas Tropicais. Fortaleza, Edições UFC, 2007. 320p.
- Huebner, J.; Wehling, R. L.; Hutkings, R. W. Functional activity of commercial prebiotics. *Int. Dairy Journal*, n. 17 p. 770-775, 2007.
- Kelly, G. Inulin- type prebiotics- A review: Part I. *Alternative Medicine Review*, v.13, n.4, p.315-329, 2009.
- Wang, Y. Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Res. Intern.*, v. 42, p. 8-12, 2009.
- Toneli, J.T.C.L.; Park, K.J.; Murr, F.E.X.; Negreiros, A.A. Efeito da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.28, n.1, p.122-131, 2008.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Resolução nº 18 de 03 de dezembro de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instrução Normativa n. 12 de 4 de set. 2003.

- Padrões de Identidade para Sucos e Néctares. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 174, de 9 set. 2003.
11. Barros Neto, B.; Scarminio, I.S.; Bruns, R.E. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. Campinas, Editora da UNICAMP, 3ªed., 2007. 480p.
 12. Peryam, D.R.; Pilgrim, P.J. Hedonic scale method for measuring food preferences. *Food Technology*, v. 11, n. 9, p. 9-14, 1957.
 13. Meilgaard, M.; Civille, G.V.; Carr, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*. 2nd, Boca Raton: CRC Press, Florida, 1988. 105p.
 14. Minim, V. P. R. *Análise Sensorial: estudo com consumidores*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 225 p.
 15. Aoac (Association of Official Analytical Chemistry) – *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 16 ed. Washington, D. C. 1995. 1141p.
 16. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Métodos Físicoquímicos para Análise de Alimentos*. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília; Ministério da Saúde, 2005. 1018p.
 17. Miller, G.L. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Biochemistry*, New York, v.31, p.426-428, 1959.
 18. Reicher, F.; Sierakowski, M.R.; Corrêa, J.B.C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo, fosfotúngstico-fosfomolibdico. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 24, n.4, p.401-411, 1981.
 19. Nagata, M.; Yamashita, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, 39(10):925-928, 1992.
 20. Staffolo, M.D.; Bertola, N.; Martino, M.; Bevlacqua, A. Influence of dietary fiber addition on sensory and reological properties of yogurt. *International Dairy Journal*. 14,263-268, 2004.
 21. Renuka, B.; Kulkarni, S.G.; Vijayanand, P.; Prapulla, S.G. Fructooligosaccharide fortifications of selected fruit juice beverages: effect on the quality characteristics. *LWT- Food Science and Technology*, v.42, p.1031-1033, 2009.
 22. Freitas, D.G.C.; Jackix, M.N.H. Néctar misto de cenoura e laranja adicionado de fructooligosacarídeo e pectina. *B. CEPPA*, v.22, n.2, p.355-374, 2004.
 23. Silveira, K. C. et al. Bebida à base de flocos de abóbora com inulina: características prebióticas e aceitabilidade. *Rev. Nutr.*, v. 21, n. 3, 2008.
 24. Moscatto, J. A.; Prudêncio-Ferreira, S.H.; Hauly, M.C.O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.24, n.4, p.634-640, 2004.
 25. Cardarelli, H.R.; Buriti, F.C.A.; Castro, I.A.; Saad, S.M.I. Inulin and oligofrutose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially symbiotic petit-suisse cheese. *Swiss Society of Food Science and Technology*, v.41, p.1037-1046, 2008.
 26. MADRIGAL, L.; SANGRIONIS, E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *ALAN*, v.57, n.4, p.387-396, 2007.
 27. Sousa, P. H. M.; Maia, G.A.; Azeredo, H.M.C.; Souza Filho, M.S.M.; Garruti, D.S.; Freitas, C.A.S. Mixed tropical fruit nectars with added energy components. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 42(11), p.1290-1296, 2007.
 28. Sancho, S.O.; Maia, G.A.; Figueiredo, R.W.; Rodrigues, S.; Sousa, P.H.M. Alterações químicas e físico-químicas no processamento de suco de caju (*Anacardium occidentale L.*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, n.4, p. 878-882, 2007.
 29. Carvalho, J. M. et al. Bebida mista com propriedade estimulante à base de água de coco e suco de caju clarificado. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, v. 25, n. 4, p. 813-818, 2005.
 30. Kaur, C.; Kapoor, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic – the millennium’s health. *Food Sci. Technol.*, Oxford v. 36, p. 703 -725, 2001.
 31. Prado, G. M. *Elaboração e estabilidade de bebidas formuladas a base de polpa de caju *Anacardium occidentale*, L.) e mel de abelha (*Apis mellifera*)*. 2010. Fortaleza: UFC, 2010. 92f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2010.

Recibido: 30-09-2010

Aceptado: 05-12-2010

Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi

*Renata Siqueira Fonseca, Victor Rogério Del Santo, Gilberto Batista de Souza,
Cíntia Alessandra Matiucci Pereira*

Centro Universitário Central Paulista (UNICEP), São Carlos (SP), Brasil.
Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos (SP), Brasil.

RESUMO. As barras de cereais são produtos multicomponentes constituído de cereais, frutas secas e xarope ligante, podendo-se adicionar as partes consumíveis de frutas e vegetais que usualmente não são aproveitadas e que possuem um alto valor nutritivo, diminuindo assim o desperdício de alimentos. Foi elaborada uma geléia a base de cascas de abacaxi, que foi utilizada em 13,5% na formulação de uma barra de cereal. A barra desenvolvida foi avaliada sensorialmente e teve sua composição centesimal e mineral determinada. O novo produto obteve média de impressão global de 8,3 em uma escala hedônica de nove pontos, 91% de índice de aceitabilidade e 67% de intenção de compra. Neste primeiro uso da geléia de casca de abacaxi como ingrediente alimentar, pode-se concluir que a sua incorporação na formulação de barra de cereais é viável, gerando produto aceito, com fibras, proteínas e minerais, podendo ser uma alternativa às barras de cereais tradicionais.

Palavras-chave: Barra de cereais, resíduo agroindustrial, *Ananas comosus L.*; geléia de casca de abacaxi.

SUMMARY. **Development of cereal bar with pineapple skin.** The cereal bars are multi-component products consisting of cereals, dried fruit and syrup binder and may be added to the consumable parts of fruits and vegetables which usually are not exploited and have high nutritional value, thereby reducing food waste. It was developed a jam with pineapple skin, which it was utilized in 13.5% in the cereal bar formulation. The cereal bar was sensorial evaluated and had its centesimal and mineral composition determined. The new product achieved average of 8.3 for global impression using 9 points hedonic scale, 91% of acceptance rate and 67% of purchase intent. In this first use of pineapple skin jam as food ingredient it can be concluded that its aggregation in the cereal bar formula is feasible, making an accepted product with fibers, proteins and minerals, as an alternative to traditional cereal bars.

Key words: Cereal bars, agroindustrial waste, *Ananas comosus L.*; pineapple skin jam.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por produtos alimentícios mais saudáveis tem impulsionado o mercado de barras de cereais que cresce cerca de 20% ao ano (1). São produtos que atendem a vários segmentos de consumidores comumente preocupados com a saúde (2, 3, 4).

As barras de cereais são constituídas por uma mistura de ingredientes secos e de agente ligante (ou xarope de ligação) que conferem características tecnológicas distintas ao produto final. Os ingredientes secos são constituídos pela mistura de cereais, castanhas e frutas. O xarope de ligação é uma mistura composta por açúcares e gorduras podendo conter aromatizantes. O agente ligante além de agregar os ingredientes secos, formando uma matrix, conferem lubrificação às barras de cereais (5). Podem ainda ser

enriquecidas com vitaminas, minerais, antioxidantes, proteína de soja e de leite (5). Essas barras são embaladas e comercializadas, geralmente, em porções individuais de 25 a 30 gramas (5).

Vários ingredientes podem ser adicionados às barras de cereais, desde que não descaracterize o produto. Dentre estes ingredientes, encontram os resíduos (subprodutos) agroindustriais.

A viabilidade de utilização de subprodutos e resíduos de agroindústrias com agregação de valores para serem consumidos na alimentação humana tem sido constantemente investigada por vários autores (6, 7, 8, 9, 10). Como a formulação de barras de cereais possibilita grande diversificação do produto, a utilização de resíduos pode contribuir tanto para agregar qualidade tecnológica e nutricional como também diminuir os impactos no ambiente.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas e o maior produtor de abacaxi da América do Sul. O abacaxizeiro é uma planta, comestível e altamente industrializada, da qual apenas 22,5% correspondem à polpa do fruto. Dos 77,5% restantes, a casca contribui com 4,5% e a parte vegetativa com 73%. No entanto, os resíduos industriais dessa fruta (casca e cilindro central) têm sido pouco estudados (11).

Com a utilização de técnicas adequadas, o abacaxi fornece uma série de subprodutos (12). Botelho et al. (11) realizaram um estudo para verificar a composição de fibra alimentar presente na casca de abacaxi e do cilindro central, e concluíram que ambos podem ser considerados boa fonte de fibra insolúvel (celulose, hemicelulose e lignina), porém são pobres em fibra solúvel, como a pectina. Já a casca apresentou maiores teores de fibra insolúvel e solúvel (lignina, celulose, hemicelulose e pectina).

De acordo com Carvalho (7) a casca de abacaxi apresenta 4,5% de proteína, 0,5% de lipídios, 3,1% de fibra bruta e 4,8% de cinzas. Apesar da pouca utilização como ingrediente alimentar, Borges et al. (13) utilizaram o resíduo de abacaxi (casca e cilindro central) na elaboração de um suco, o qual obteve 80,8% de aceitabilidade sensorial. Paiva (8) desenvolveu uma barra de cereais na qual avaliou a incorporação de 12% de resíduo do abacaxi (casca e cilindro central) na composição da fase sólida, obtendo um produto com fibra, mas de baixa aceitabilidade sensorial. Carvalho (7) utilizaram uma mistura de casca de abacaxi cozida e pó de casca de abacaxi desidratada como ingredientes do xarope de ligação na formulação de barras de cereais. Apesar dos bons resultados, não foi observado pelo painel sensorial a percepção do sabor de abacaxi no produto formulado. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade da incorporação de casca de abacaxi na formulação de barra de cereais através da avaliação da aceitabilidade e valor nutritivo do produto final.

MATERIAIS E MÉTODOS

Geléia de casca de abacaxi

As cascas de abacaxi (1325 g, provenientes de resíduo doméstico) foram lavadas e fervidas em 800 ml de água mineral para se tornarem mais macias. Posteriormente foram processadas em liquidificador (WALITA®, modelo RI2035/01) e coadas. Procedeu-se a

coção do resíduo sólido com 560 g de açúcar e 361 g de margarina em tacho aberto, de aço inoxidável (modelo TC-150). A mistura foi mantida sob aquecimento até atingir o ponto de geleificação, com teor de sólidos solúveis totais de 75° Brix. A geléia foi armazenada em potes de vidro.

Elaboração das barras de cereais

Os ingredientes da barra de cereais estão descritos na Tabela 1. O processamento das barras foi manual e realizado conforme indicações apresentadas por Matsuura (6); Carvalho (7) e Paiva (8). Os ingredientes do xarope ligante - açúcar invertido (77% de sólidos, Dulcini®), açúcar mascavo (Vitao®) e geléia de casca de abacaxi - foram misturados e aquecidos a 95°C até completa homogeneização. Completados cinco minutos de aquecimento, foi adicionada a margarina.

A seguir os ingredientes secos, previamente misturados, foram adicionados à mistura aquecida e homogeneizados manualmente, com auxílio de uma colher, até a obtenção de uma massa uniforme.

A mistura foi acondicionada em bandejas, prensada e laminada, com o auxílio de espátula. A bandeja foi mantida em temperatura ambiente até o completo resfriamento da massa, seguindo-se o corte das amostras de 10g (6,0 cm de comprimento, 2,5 cm de largura e 1,0 cm de espessura). As barras foram acondicionadas individualmente em embalagem de filme flexível laminada, fechadas manualmente, com o objetivo de conservar suas características nutricionais e sensoriais para a realização das análises, em temperatura ambiente, protegidos do sol e umidade.

Teste de aceitabilidade

O teste de aceitabilidade da barra de cereal foi realizado com 30 provadores não treinados de ambos os sexos (13 homens e 17 mulheres, na faixa etária de 18 a 25 anos) e selecionados por serem consumidores de barras de cereais. As amostras foram apresentadas ao julgador à temperatura ambiente. O procedimento ocorreu em cabines individuais, sob luz branca equivalente à do dia.

Os consumidores realizaram as análises de aceitação da amostra em relação à aparência, sabor, textura e impressão global, utilizando a escala hedônica de nove pontos (de “gostei extremamente” a “desgostei extremamente”). As expressões foram convertidas a valores numéricos e analisadas. Na mesma ficha para

análise da aceitação, foi avaliada a atitude do consumidor em relação à compra do produto, utilizando-se a escala de atitude de compra de cinco pontos (14).

O Índice de Aceitabilidade (IA) foi calculado considerando-se a nota máxima alcançada como 100% e a pontuação média, em %, como o IA. O produto que atingir um percentual igual ou maior que 70% é considerado aceito pelos provadores (15).

Análise da composição centesimal

A barra de cereal foi liofilizada e moída em moinho de alta rotação (Retsh® modelo ZM200) obtendo-se o tamanho de partícula inferior a 0,25 mm. As análises foram realizadas de acordo com AOAC (16).

A umidade residual foi determinada por secagem em estufa a 105° C com circulação de ar até obtenção de peso constante. O teor de lipídios foi obtido por extração com éter de petróleo em aparelho extrator do tipo Soxhlet. Proteína foi determinada pelo método Kjeldahl (semimicro). A matéria mineral (cinzas) foi determinada pela calcinação da amostra em forno mufla, a temperatura de 550°C, até peso constante. Para determinação de fibra bruta, a amostra seca foi submetida à digestão ácida e básica por 30 minutos cada, encontrando-se o teor de fibra bruta pela diferença de pesagem, antes e após o processo. O carboidrato total foi calculado pela diferença (100 – soma das demais frações da composição centesimal). As análises foram realizadas em triplicata.

Para o cálculo do valor calórico foram utilizados

fatores de conversão de Atawater: 4 kcal/g (proteína), 4 kcal/g (carboidratos) e 9 kcal/g (lipídios), conforme Merrill (17).

Análise da composição mineral

A quantificação de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco foi realizada por espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado- ICP-OES com vista de observação radial (marca Varian®). O ICP-OES foi operado com plasma de argônio e em condições robustas (1,4 kW de potência e 0,7 L min⁻¹ de gás de nebulização) e altura de observação em 8 mm², sendo calibrado com curva analítica multielementar preparada a partir de soluções de concentração 1000 mg/L, de acordo com a faixa linear de trabalho de cada analito (18). Os extratos das amostras foram obtidos por digestão ácida empregando solução mista de ácido nítrico e ácido perclórico. As análises foram realizadas em triplicata.

Análise de dados

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o grau de aceitação das barras. O Índice de Aceitabilidade para os atributos analisados está apresentado na Figura 2. Os provadores também

FIGURA 1
Histograma de distribuição de notas para os atributos aparência, sabor, textura e impressão global.

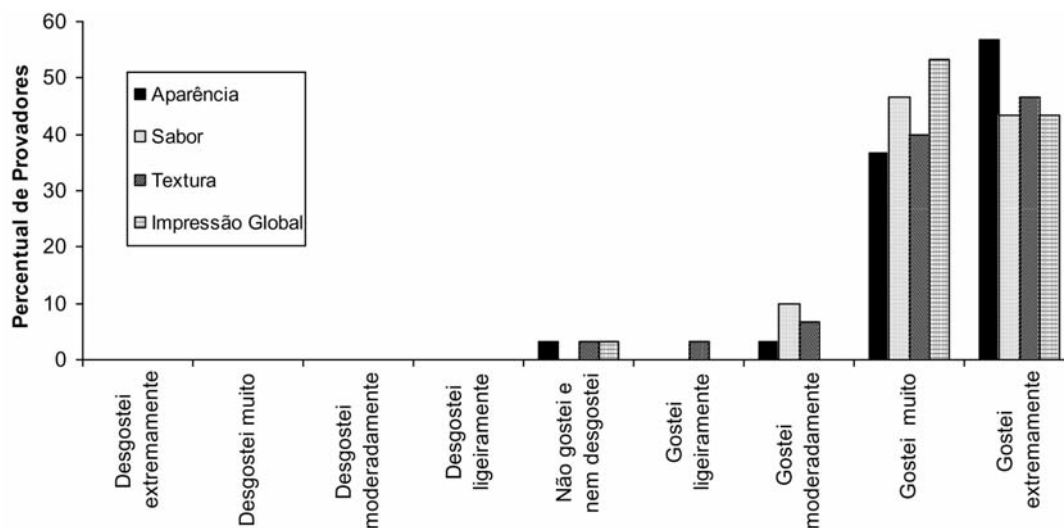
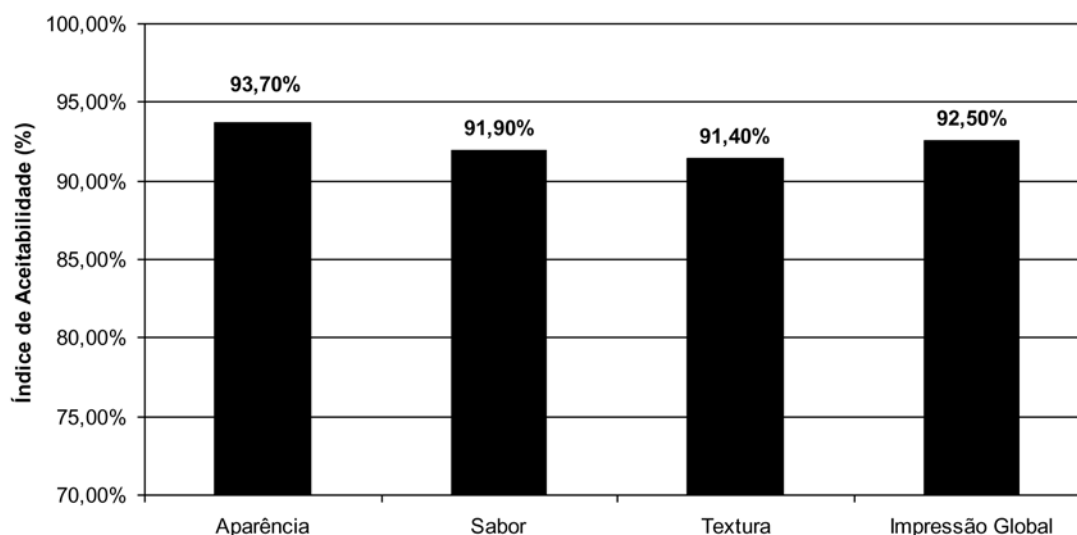


FIGURA 2
Índice de aceitabilidade (IA) para os atributos aparência, sabor, textura e impressão global



responderam sobre a intenção de compra da barra de cereais desenvolvida. A composição centesimal e mineral da barra de cereais com geléia de casca de abacaxi está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1
Formulação da barras de cereais com casca de abacaxi.

| | Ingredientes | Quantidade (%) |
|--------------------|----------------------------|----------------|
| Xarope ligante | Açúcar invertido | 24,8 |
| | Açúcar mascavo | 9 |
| | Margarina | 4,5 |
| | Geléia de casca de abacaxi | 13,5 |
| Ingredientes secos | Aveia em flocos | 24,8 |
| | Flocos de arroz | 13,5 |
| | Linhaça | 9 |
| | Canela em pó | 0,8 |

DISCUSSÃO

Foram desenvolvidos vários testes de barras de cereais para se observar a melhor forma de incorporação das cascas na barra. Observou-se que as cascas cozidas na forma de geléia melhoram a palatabilidade, acentuando o sabor de abacaxi no produto final. No entanto, foi necessário agregar margarina na formulação

da geléia e também na formulação da barra de cereais para melhorar a textura, garantindo a maciez e lubrificação do produto final. Os testes foram realizados até se alcançar uma formulação que foi analisada sensorialmente. As médias de notas para os atributos analisados (Figura 1) situaram-se entre os termos hedônicos “gostei muito” e “gostei extremamente”. Com relação ao atributo aparência, a nota média dos provadores foi $8,43 \pm 0,85$; para sabor $8,27 \pm 0,69$; textura obteve média de $8,23 \pm 0,97$ e a impressão global $8,33 \pm 0,80$.

De acordo com Teixeira; Meinert; Barbeta (15), Dutcosky (19), Monteiro; Coutinho; Recine (20), para que um produto seja considerado aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha Índice de Aceitabilidade de, no mínimo, 70 %. Como pode ser observado na Figura 2 todos os atributos apresentaram elevados valores de Índice de Aceitabilidade. Destacam-se os índices encontrados para os atributos aparência (93,70%) e impressão global (92,50 %).

Em relação à intenção de compra, 67% dos provadores indicaram que certamente comprariam o novo produto, 30% provavelmente compraria e 3% talvez compraria. Os resultados da análise sensorial indicam que a barra de cereal elaborada com geléia de casca de abacaxi apresentou alto grau de aceitação e tem potencial de comercialização como uma opção aos já existentes no mercado.

Composição centesimal e mineral

Comparando-se os dados encontrados (Tabela 2) com a literatura, o valor calórico das barras de cereais elaboradas por Brito et al. (21) do tipo caseira (354,6 Kcal/100g), Costa et al. (9) à base de resíduo da fabricação de farinha de mandioca (387,9 Kcal/100g) e Silva et al. (10) adicionada de resíduo industrial de maracujá (344,2 Kcal/100g) possuem teores energéticos inferiores ao encontrado na barra de cereais com geléia de casca de abacaxi. O alto teor energético se justifica pelo maior conteúdo de carboidratos (69,98%) e lipídios (9,86%) comparado aos valores encontrados por outros autores (22, 23, 24).

TABELA 2

Composição centesimal e mineral (base seca) da barra de cereais com geléia de casca de abacaxi. Os dados se referem à média e desvio padrão de três determinações. g/100g

| Composição Centesimal | Média ± d.p. |
|-----------------------|---------------|
| Matéria seca | 95,39 ± 0,06 |
| Proteína bruta | 9,05 ± 0,05 |
| Lipídio | 9,86 ± 0,47 |
| Carboidrato total* | 69,98 ± 0,39 |
| Caloria Total (Kcal) | 404,86 ± 0,11 |
| Fibra Bruta | 5,33 ± 0,17 |
| Cinzas | 1,17 ± 0,14 |
| Umidade | 4,61 ± 0,06 |
| Ca | 0,068 ± 0,011 |
| Mg | 0,103 ± 0,006 |
| P | 0,218 ± 0,030 |
| K | 0,263 ± 0,006 |
| S | 0,109 ± 0,005 |
| Na | 0,013 ± 0,005 |
| Cu (mg/100g) | 0,31 ± 0,01 |
| Fe (mg/100g) | 1,87 ± 0,03 |
| Mn (mg/100g) | 2,5 ± 0,01 |
| Zn (mg/100g) | 1,72 ± 0,08 |

* Obtido por diferença.

O teor de lipídios pode ser justificado pelo fato que esses autores não utilizaram ingredientes contendo gordura na elaboração da barra de cereais, ao contrário

da barra de cereal de casca de abacaxi que possui em sua fórmula a margarina, contribuindo com uma quantidade significativa de gordura. Os lipídios além de exercerem um papel importante como fonte de energia para o organismo ainda auxiliam na absorção de vitaminas lipossolúveis e carotenóides (25), mas em excesso podem ser prejudiciais à saúde, visto que, uma dieta rica em gorduras consiste em um dos principais fatores na prevalência de sobrepeso e obesidade na atualidade. A distribuição de gorduras, segundo a IDR, é de 20-35% do total de energia para indivíduos adultos e saudáveis (25). Sendo assim, a barra de cereais com geléia de casca de abacaxi contribui com 12,7% no aporte de lipídios, considerando a maior porcentagem (35%) da distribuição desse macronutriente em uma dieta de 2000 Kcal.

As proteínas são nutrientes essenciais para a nutrição humana, por exercerem funções muito importantes no organismo, como auxiliar na construção de tecidos e na formação de enzimas, como as enzimas digestivas e hormônios, como a insulina. A barra de cereais com geléia de casca de abacaxi apresentou um valor de proteína (9,05%) superior ao encontrado por Costa et al. (9) e Silva et al. (10), que encontraram teores de proteínas respectivamente 4,4% e 4,3 %.

A determinação de fibra bruta, através do método utilizado neste trabalho, subestima o teor de fibra na barra. Mesmo assim, o valor de fibras encontrado na barra de cereais com geléia de casca de abacaxi foram superiores aos encontrados nos trabalhos de Brito et al. (21) que apresentou o valor 3,44% e Carvalho (7) em que os teores de fibras das barras de cereais do seu estudo variaram entre 2,8 a 3 %.

De acordo com a Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 (26), as barras de cereais são classificadas como “fonte de fibra” por conterem 5,33g/100g sendo superior ao teor mínimo de 3% de fibra.

A determinação de cinzas fornece uma indicação da riqueza de elementos minerais da amostra, sendo constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn (27). O teor de cinzas encontrado na barra de cereais com geléia de casca de abacaxi deste estudo foi de 1,17%, sendo que em outros estudos (23) não foram encontrados grandes variações deste valor.

Na análise de alimentos, a determinação de umidade do alimento é muito importante, pois a umidade principal fator para o desenvolvimento de fungos, le-

veduras, bactérias e insetos. O produto elaborado apresentou baixo teor de umidade (4,61%), ocasionando boa conservação do produto. Na literatura os valores de umidade para barra de cereais variam de 6,33% a 11,9% (6, 9, 10, 21, 23, 24, 28, 29), sendo superiores ao encontrados na barra de cereais deste estudo.

Embora os minerais representem apenas 4-6% da massa total corporal (30), eles são de suma importância nas funções basais do organismo e, portanto, devem estar presentes em quantidades satisfatórias na dieta (31).

A Portaria nº 31/98, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (32), define “alimento fonte de vitaminas e minerais” como “aquele com no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência por 100 gramas de alimento sólido” e “alimento rico em minerais e vitaminas” como “aquele que contém no mínimo 30% da IDR de referência por 100 gramas de alimento sólido”. Assim, verificando-se a riqueza mineral do produto elaborado, observa-se que o teor de Mg atende a 25,75% da IDR em 100 g de barra cereais; 31,14% de P, 34,4% de Cu, 23,3% de Fe, 108,7% de Mn, 15,63% de Zn. Portanto a barra de cereais com casca de abacaxi é fonte de magnésio, ferro e zinco; e rico em fósforo, cobre e manganês.

Entretanto, em uma porção de 25 g (tamanho médio de comercialização) a barra de cereais atende a 1,7% de Ca; 6,4% de Mg; 7,8% de P, 1,4% de K; 0,22% de Na; 8,6% de Cu; 5,8% de Fe; 27,2% de Mn; 3,90% de Zn.

O magnésio desempenha importantes funções no corpo humano, sendo essencial no metabolismo dos carboidratos, lipídios e ácidos nucleicos. O fósforo exerce importante função em relação à mineralização óssea, além de participar do metabolismo energético, sendo constituinte da molécula de ATP. O cobre é essencial para o funcionamento adequado do sistema imunológico, maturação de leucócitos e hemácias, transporte de ferro, contractilidade miocárdica e desenvolvimento cerebral. O ferro é um nutriente essencial a vida, atuando na síntese de células vermelhas do sangue, transporte de oxigênio, funcionamento do sistema imunológico e na síntese de neurotransmissores (33). O manganês é um importante ativador de enzimas, sendo que baixo manganês na dieta ou baixo manganês sanguíneo, pode estar associado a processos de doença como osteoporose e diabetes (34).

Freitas e Moretti (23) desenvolveram barra de ce-

reais com alto teor protéico e vitamínico e encontraram valores dos minerais Mg, P, Cu, Fe e Mn, respectivamente, 77mg, 384 mg, 0,365 mg, 5,105 mg e 3,515 mg por 100 g de produto, sendo que apenas a quantidade de magnésio foi inferior ao encontrado na barra de cereais com geléia de casca de abacaxi (103 mg /100g).

No produto desenvolvido por Carvalho (7) os valores de Mg, P, Cu, e Mn se aproximam ao da barra de cereais deste estudo sendo respectivamente, 0,9 a 1,1 mg; 0,13 a 0,20 mg; 0,2 a 0,5 mg; 1 a 3,3 mg.

O mineral essencial ferro apresentou um teor muito próximo ao encontrado em uma porção de 30g de castanha de caju (1,8 mg de Fe) (35), sabendo-se que as castanhas são consideradas fonte de ferro.

O teor de cálcio também foi superior (68mg/100g de produto) ao encontrado por Carvalho (7) (0,3 a 0,4mg /100 g). A barra de cereais apresentou considerável teor de zinco (1,72 mg/100 g), similar ao encontrado em alimentos fonte como a lentilha (1,28 mg/100g).

O sódio é um mineral que deve estar presente na alimentação humana na quantidade sugerida pelas recomendações de ingestão dietética (1500mg/dia), pois o excesso desse mineral na dieta pode trazer risco de desenvolver problemas cardiovasculares como a hipertensão. Santos et al. (36) encontraram em seu estudo teor de sódio de 21,5 mg/25 g de produto, valor superior ao encontrado na barra de cereais com geléia de casca de abacaxi (13 mg/100g de produto). O baixo teor de sódio é um aspecto positivo, uma vez que as barras de cereais comercializadas, como a maior parte dos produtos industrializados, possuem valores de sódio consideravelmente altos, que variam de 13 a 36 mg em 25g de produto. Produtos alimentícios fontes de minerais e com teor reduzido de sódio, como a barra de cereais com casca de abacaxi, podem ser opções viáveis para pessoas que precisam aumentar a ingestão de tais nutrientes essenciais, sem consumir, excessivamente, o sódio.

Conclui-se que a incorporação de geléia de casca de abacaxi na formulação de barras de cereais é viável, obtendo-se um novo produto com elevada aceitabilidade e intenção de compra. As barras auxiliam no aporte energético, protéico, lipídico, de minerais e fibras. Além da alternativa econômica, a produção da barra possibilita a transformação de resíduos em fonte lucrativa.

AGRADECIMENTO

Ao Programa PIBIC/CNPq pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- Barbosa CEM. Barra de Cereais: Lucre com esse mercado que cresce 20% ao ano. *Rev. Padaria Moderna*. 2003; 68 (8): 16-17.
- Boustani P, Mitchell V.-W. Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. *Br Food J*. 1990; 92 (5): 17-22.
- Bower JA, Whitten R. Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. *J Sensory Stud*. 2000; 15 (3): 327-45.
- Palazzolo G. Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. *Cereal Foods World*. 2003; 48 (2): 70-2.
- Murphy P. Countlines and cereal bar. In: Jackson, E. B. (ed.) *Sugar confectionery manufacture*. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p.287-297.
- Matsuura FCAU. Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barras de cereais [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2005.
- Carvalho MG. Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurgueia, complementadas com casca de abacaxi [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2008.
- Paiva AP. Estudos Tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais [dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2008.
- Costa LA, Bramorski A, Silva MC, Teixeira E, Amboni RDMC. Desenvolvimento de alimento em barra à base de resíduo da fabricação de farinha de mandioca. *Alim. Nutr.* 2005; 16 (4): 389-96.
- Silva IQ, Oliveira BCF, Lopes AS, Pena RS. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. *Alim. Nutr.* 2009; 20 (2): 321-9.
- Botelho L, Conceição A, Carvalho VD. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi Smooth cayenne. *Ciênc. Agrotéc.* 2002; 26 (2): 362-67.
- Nascente AS. Aproveitamento de subprodutos de frutas. Disponível: http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/artigos/aprov_subprod.htm. Acesso em 10. nov.2009.
- Borges CD, Chim JF, Leitão AM, Pereira E, Luvielmo MM. Produção de suco de abacaxi obtido a partir dos resíduos da indústria conserveira. *B.CEPPA*. 2004; 22 (1): 25-34.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. *Sensory Evaluation Techniques*. 3ed. New York: Boca Raton; 1999.
- Teixeira E, Meinert EM, Barbeta PA. Métodos sensoriais. In: *Análise sensorial de alimentos*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987.
- AOAC. *Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International*. 16 ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists. 1995.
- Merrill AL, Watt BK. *Energy value of foods: basis and derivation, revised*. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook 74; 1973. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Classics/index.html>. Acesso em: 04.set.2010
- Nogueira ARA, Souza GB de. *Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.
- Dutcosky SD. *Análise Sensorial de Alimentos*. 20ª edição. Curitiba: Editora Universitária Champagnat; 1996.
- Monteiro RA, Coutinho JG, Recine E. Consulta aos rótulos de alimentos e bebidas por frequentadores de supermercados em Brasília. *Rev Panam Salud Pública*. 2005; 18 (3): 172-7.
- Brito IP de, Campos JM, Souza TFL, Wakiyama C, Azeredo GA. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. *B.CEPPA*. 2004; 22 (1): 35-50.
- Gutkoski LC, Trombetta C. Avaliação dos teores de fibras alimentares e beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 1999; 19 (3): 387-90.
- Freitas DGC, Moretti RH. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor proteico e vitamínico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006; 26 (2): 318-24.
- Sampaio CRP, Ferreira SMR, Canniatti-Brazaca SG. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro. *Alim. Nutr.* 2009; 20 (1): 95-106.
- Food and Nutrition Board. *Dietary Fats: Total Fat and Fatty Acids. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. 2005. Disponível em: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=10490&page=422. Acesso em: 28.abr.2010.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 16 jan. 1998*. p. 1-3.
- Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa:UFV, 2002.
- Lima AC. Estudo para a agregação de valor aos produtos de caju: elaboração de formulações de fruta e cas-

- tanha em barras [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2004.
29. Coelho KD. Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.
 30. Groff JL, Gropper SS. Advanced nutrition and human metabolism. 3. ed. Belmont: Wadsworth Thompson Learning, 2000.
 31. Freeland JH, Graves H, Trotter PJ. Minerals: dietary importance. In: Trugo LC, Finglas PM. (Eds.). Encyclopedia of food sciences and nutrition. 2. ed. San Diego: Academic press, 2003.
 32. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente a alimentos adicionados de nutrientes essenciais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, jan. 1998.
 33. Dutra-de-Oliveira JE, Marchini JS. Macrominerais. In: Dutra-De-Oliveira JE, Marchini JS. Ciências Nutricionais. São Paulo: Sarvier, 1998.
 34. Shils ME. Ultraminerais-traço. In: Nielsen FH. Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. 9º edição. Barueri: Manole, 2003.
 35. Philippi ST. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. São Paulo: Coronário, 2002.
 36. Santos ETR, Wanzeller YBR, Melo SN, Galvani ERS. Elaboração e caracterização de barras de frutas regionais desidratadas. Hig.Aliment. 2009; 23 (174/175): 79-83.

Recibido: 22-07-2010
Aceptado: 14-09-2010

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 investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados 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 vía electrónica

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.
- Revise la secuencia general: página del Título y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.
- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría

firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.

- Para mayor orientación, los autores deberán consultar un ejemplar reciente de la revista.
- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: info@alan-revista.org
- Guarde copia de todo lo que envíe.

Portada

La portada debe llevar la siguiente información:

1. Título. Los títulos concisos son más fáciles de leer que los largos y enrevesados. Debe contener toda la información que permita la recuperación electrónica específica del artículo.
2. Los nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Indique el grado académico más alto de cada autor.
3. El nombre del departamento(s) e institución(es) a los que debe atribuirse el trabajo.
4. El autor corresponsal. Indique el nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

Resumen y palabras clave.

La segunda página incluirá un resumen escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. En él se indicarán 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 (proporciónense 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.

Al final del resumen agréguese de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

Introducción

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. 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 y equipos (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, reactivos y productos químicos utilizados, indicando 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.

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. Indique claramente el método y modelo estadístico utilizado, cálculo de la muestra, tipo de muestreo, las transformaciones hechas a los datos para facilitar su análisis y el nivel de significancia empleado.

Resultados

Presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto todos los datos de las Tablas ni de las Figuras; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes. Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya. Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras. No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en

forma de Tablas y Figuras.

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 el significado de los hallazgos y sus limitaciones, incluidas sus implicaciones para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes.

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. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

Conclusiones

Pueden presentarse las conclusiones más relevantes considerando los objetivos del trabajo y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido. No cite referencias bibliográficas en esta sección.

Agradecimientos

Puede hacerse mención a la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

Tablas

Elabore las Tablas a doble espacio y 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 Tabla. 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 las Tablas. Cerciórese de que cada Tabla aparezca citada en el texto.

Al aceptar un artículo, el Comité Editorial 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. Las Tablas se incorporan al final del manuscrito.

Figuras

Las figuras estarán elaboradas de manera profesional. En caso de fotografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones de buena calidad y contraste. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las Figuras; 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 al pie o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

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. Las Figuras en blanco y negro deben ir al final del manuscrito.

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 múltiples 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).

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 y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

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, Pfaller 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. Wicczorek 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; Ancel 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*

Abbod 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 costo de US \$ 20 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Debido a que no existe al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, solo el título del documento que sigue: UNIFORM REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS SUBMITTED TO BIOMEDICAL JOURNALS: WRITING AND EDITING FOR BIOMEDICAL PUBLICATION. Updated October 2008. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>

